

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2004 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

X

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references	12
3 Terms and definitions	14
4 Construction.....	19
4.1 General.....	19
4.2 Principles for design and testing of apparatus for use in Zone 20.....	19
4.3 Opening enclosures.....	19
4.4 Environmental conditions	20
5 Temperatures.....	20
5.1 Maximum surface temperature	20
5.2 Maximum surface temperature with respect to dust layers above 50 mm	20
5.3 Ambient temperature	20
6 Enclosure materials.....	21
6.1 Non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures	21
6.2 Enclosures containing light metals.....	22
7 Fasteners	22
7.1 Access to live parts	22
7.2 Compatible material	22
8 Interlocking devices.....	23
9 Bushings	23
9.1 Prevention of turning.....	23
9.2 Torque tests.....	23
10 Materials used for cementing.....	23
10.1 Documentation.....	23
10.2 Thermal stability.....	23
10.3 Verification.....	23
11 Ex components.....	23
11.1 General.....	23
11.2 Mounting	24
11.3 Internal mounting	24
11.4 External mounting	24
12 Connection facilities and terminal compartments	24
12.1 Attached cables.....	24
12.2 Terminal access	24
12.3 Creepage and clearance	24
13 Connection facilities for earthing or bonding conductors	24
13.1 Internal connection.....	24
13.2 External connection.....	25
13.3 Facility not required.....	25
13.4 Effective connection	25

13.5	Effective contact.....	25
13.6	Environmental	25
13.7	Use of light metal	25
14	Cable and conduit entries	26
14.1	Intended use	26
14.2	Construction	26
14.3	Integral part of the apparatus	26
14.4	Prevention of twisting	26
14.5	Method of attaching	26
14.6	Blanking elements	26
14.7	Branching point temperatures	26
15	Radiating equipment.....	27
15.1	Lasers and other continuous wave source	27
15.2	Ultrasonic sources	28
16	Supplementary requirements for specific electrical apparatus – Rotating electrical machines.....	28
16.1	Ventilation openings for external fans	28
16.2	Construction and mounting of the ventilating systems	28
16.3	Clearances for the ventilating system for use in Zone 20 or 21	28
16.4	Materials for external fans and fanhoods	29
17	Switchgear	29
17.1	Flammable dielectric	29
17.2	Interlocking	29
17.3	Indication of open position.....	29
17.4	Openings.....	29
18	Fuses	30
19	Plugs and sockets	30
19.1	Plugs and sockets construction	30
19.2	Bolted plugs and sockets.....	32
19.3	For Zone 21 and Zone 22.....	32
19.4	Plugs remaining energized	32
20	Luminaires	32
20.1	Light transmitting covers	32
20.2	Guards	32
20.3	Mounting	32
20.4	Covers	32
20.5	Parts remaining energized.....	33
20.6	Types of lamps	33
21	Caplights, caplamps and handlamps.....	33
21.1	Leakage	33
21.2	Separate enclosures	33
22	Apparatus incorporating cells and batteries	33
22.1	General	33
22.2	Connection of cells	33
22.3	Characteristics	33
22.4	Compatibility	35
22.5	Limits	35
22.6	Mixture of cells	35

22.7	Interchangeability	35
22.8	Re-charging	35
22.9	Different cells	35
22.10	Leakage	36
22.11	Method of connection	36
22.12	Orientation	36
22.13	Identification of replacement	36
23	Verification and tests	36
23.1	General	36
23.2	Verification of documents	36
23.3	Compliance of prototype or sample with documents	36
23.4	Type tests	36
24	Routine verifications and tests	43
25	Manufacturer's responsibility	43
26	Verifications and tests on modified or repaired electrical apparatus	43
27	Clamping tests of cable entries for non-armoured and braided cables	43
27.1	Cable entries with clamping by the sealing ring	43
27.2	Cable entries with clamping by filling compound	44
27.3	Cable entries with clamping by means of a clamping device	44
27.4	Tensile test	45
27.5	Mechanical strength	45
28	Clamping tests of cable entries for armoured cables	46
28.1	Clamping tests where the armourings are clamped by a device within the gland	46
28.2	Clamping tests where the armourings are not clamped by a device within the gland	46
29	Marking	46
29.1	General	46
29.2	Marking of all electrical apparatus	46
29.3	Multiple protection techniques	47
29.4	Order of marking	48
29.5	Reduced marking	48
30	Examples of marking	48
30.1	Apparatus type of protection "mD" for use in Zone 20	48
30.2	Apparatus type of protection "iaD" for use in Zone 20	48
30.3	Apparatus type of protection "pD" for use in Zone 21	49
30.4	Apparatus type of protection "tD", Practice A (see IEC 61241-1); temperature tested under 500 mm dust layer, for use in Zone 21	49
30.5	Apparatus type of protection "tD", Practice B (see IEC 61241-1) for use in Zone 22	49
30.6	Apparatus type of protection "tD", Practice A (see IEC 61241-1) for use in Zone 22	49
	Bibliography	50

Figure 1 – Illustration of entry points and branching points	27
Figure 2 – Tolerances and clearance for threaded fasteners	31
Figure 3 – Contact surface under head of fastener with a reduced shank.....	31
Figure 4 – Test piece with painted electrodes	42
Table 1 – Ambient temperatures in service and additional marking	20
Table 2 – Minimum cross-sectional areas of protective conductors	25
Table 3 – Primary cells	34
Table 4 — Secondary cells	35
Table 5 – Tests of resistance to impact.....	37
Table 6 – Torque to be applied to the stem of bushing used for connection facilities.....	39

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL APPARATUS FOR USE IN THE PRESENCE OF COMBUSTIBLE DUST –

Part 0: General requirements

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61241-0 has been prepared by subcommittee 31H: Apparatus for use in the presence of combustible dust, of IEC technical committee 31: Electrical apparatus for explosive atmospheres.

This first edition of IEC 61241-0, together with IEC 61241-1, cancels and replaces IEC 61241-1-1 (1999) and constitutes a technical revision.

This standard, and the other parts within this series, was developed to align protection methods associated with electrical apparatus for use in the presence of combustible dust and those similar protection methods associated with the IEC 60079 series of standards, where possible.

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

FDIS	Report on voting
31H/173/FDIS	31H/178/RVD

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

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

IEC 61241 consists of the following parts under the general title: *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust*:

- Part 0: General requirements
- Part 1: Protection by enclosures 'tD'
- Part 2: Type of protection 'pD'
- Part 10: Classification of areas where combustible dusts are or may be present
- Part 11: Protection by intrinsic safety 'iD' ¹
- Part 14: Selection and installation
- Part 17: Inspection and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines) ²
- Part 18: Protection by encapsulation 'mD'
- Part 20 ³: Test methods
- Part 20-1: Methods for determining the minimum ignition temperatures of dust
- Part 20-2: Method for determining the electrical resistivity of dust in layers
- Part 20-3: Method for determining minimum ignition energy of dust/air mixtures

NOTE All references in this standard to the IEC 61241 series follows the proposed re-numbering of the dust standards agreed by SC31H and TC31. It may be necessary to alter these numbers if the relevant standards are not yet published.

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

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

The contents of the corrigendum of November 2005 have been included in this copy.

¹ To be published.

² To be published.

³ Under consideration.

REFERENCE TABLE

Existing standard	New number assigned	Subject	Anticipated date of change
IEC 61241-1-1	IEC 61241-0	General requirements	2004
	IEC 61241-1	Protection by enclosure	2004
IEC 61241-1-2	IEC 61241-14	Selection and installation	2004
IEC 61241-2-1	IEC 61241-20-1	Test methods	2005
IEC 61241-2-2	IEC 61241-20-2	Test methods	2005
IEC 61241-2-3	IEC 61241-20-3	Test methods	2005
IEC 61241-3	IEC 61241-10	Classification	2004
IEC 61241-4	IEC 61241-2	Protection by pressurization	2005
	IEC 61241-11	Protection by intrinsic safety	2005
	IEC 61241-17	Inspection and maintenance	2004
	IEC 61241-18	Protection by encapsulation	2004
	IEC 61241-19	Repair and overhaul	2006

INTRODUCTION

Many dusts that are generated, processed, handled and stored, are combustible. When ignited they can burn rapidly and with considerable explosive force if mixed with air in the appropriate proportions. It is often necessary to use electrical apparatus in locations where such combustible materials are present, and suitable precautions must therefore be taken to ensure that all such apparatus is adequately protected so as to reduce the likelihood of ignition of the external explosive atmosphere. In electrical apparatus, potential ignition sources include electrical arcs and sparks, hot surfaces and frictional sparks.

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

Generally, electrical safety is ensured by the implementation of one of two considerations, i.e. that electrical apparatus be located where reasonably practicable outside hazardous areas, and that electrical apparatus be designed, installed and maintained in accordance with measures recommended for the area in which the apparatus is located.

Combustible dust can be ignited by electrical apparatus in several ways:

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

In order to avoid ignition hazards it is necessary that

- the temperature of surfaces, on which dust can be deposited, or which would be in contact with a dust cloud, is kept below the temperature limitation specified in this standard;
- any electrical sparking parts, or parts having a temperature above the temperature limit specified in IEC 61241-14
 - are contained in an enclosure which adequately prevents the ingress of dust, or
 - the energy of electrical circuits is limited so as to avoid arcs, sparks or temperatures capable to ignite combustible dust;
- any other ignition sources are avoided.

Compliance with this standard will only provide the required level of safety if the electrical apparatus is operated within its rating and is installed and maintained according to the relevant codes of practice or requirements, for example in respect of protection against over-currents, internal short-circuits, and other electrical faults. In particular, it is essential that the severity and duration of an internal or external fault be limited to values that can be sustained by the electrical apparatus without damage.

Several techniques are available for the explosion protection of electrical apparatus in hazardous areas. This standard describes the safety features of these types of explosion-protection techniques and specifies the installation procedures to be adopted. It is most important that the correct selection and installation procedures be followed to ensure the safe use of electrical apparatus in hazardous areas.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61241-0:2004

Withdrawn

ELECTRICAL APPARATUS FOR USE IN THE PRESENCE OF COMBUSTIBLE DUST –

Part 0: General requirements

1 Scope

This part of IEC 61241 specifies general requirements for the design, construction, testing and marking of electrical apparatus protected by any recognized safeguard technique for use in areas where combustible dust may be present in quantities that could lead to a fire or explosion hazard.

This standard is supplemented or modified by the following parts of IEC 61241 concerning specific types of protection:

- Part 1: Protection by enclosures 'tD'
- Part 2: Protection by pressurization 'pD' (under consideration)
- Part 11: Intrinsically safe apparatus 'iD'
- Part 18: Protection by encapsulation 'mD'

NOTE IEC 61241-14 gives guidance on the selection and installation of the apparatus. Apparatus within the scope of this standard may also be subjected to additional requirements in other standards – for example, IEC 60079-0.

The application of electrical apparatus in atmospheres which may contain explosive gas as well as combustible dust, whether simultaneously or separately, requires additional protective measures.

This standard does not specify requirements for safety, other than those directly related to the explosion risk.

Where the apparatus has to meet other environmental conditions, for example, protection against ingress of water and resistance to corrosion, additional methods of protection may be necessary. The method used is not to adversely affect the integrity of the enclosure.

This standard does not apply to dusts of explosives that do not require atmospheric oxygen for combustion, or to pyrophoric substances.

This standard is not applicable to electrical apparatus intended for use in underground parts of mines as well as those parts of surface installations of such mines endangered by fire damp and/or combustible dust.

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

2 Normative references

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

IEC 60034-5:2000, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60079-0:2004, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 0: General requirements*

IEC 60079-7:2001, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 7: Increased safety 'e'*

IEC 60079-11:1999, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 11: Intrinsic safety 'i'*

IEC 60086-1:2000, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60095 (all parts), *Lead-acid starter batteries*

IEC 60192:2001, *Low-pressure sodium vapour lamps – Performance specifications*

IEC 60216-1:2001, *Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-2:1990, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 2: Choice of test criteria*

IEC 60243-1:1998, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60285:1993, *Alkaline secondary cells and batteries – Sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells*⁴

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60623:2001, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

IEC 60662:1980, *High-pressure sodium vapour lamps*

IEC 60947-3:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

IEC 61056 (all parts), *General purpose lead-acid batteries (valve-regulated types)*

⁴ Cancelled and replaced by IEC 61951-1 (2003).

IEC 61150:1992, *Alkaline secondary cells and batteries – Sealed nickel-cadmium rechargeable monobloc batteries in button cell design*

IEC 61241-1:—, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 1: Protection by enclosures “tD”*

IEC 61241-14:—, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 14: Selection and installation*

ISO 48:1994, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

ISO 178:2001, *Plastics – Determination of flexural properties*

ISO 179 (all parts), *Plastics – Determination of Charpy impact properties*

ISO 262:1998, *ISO general-purpose metric screw threads – Selected sizes for screws, bolts and nuts*

ISO 273:1979, *Fasteners – Clearance holes for bolts and screws*

ISO 286-2:1988, *ISO system of limits and fits – Part 2: Tables of standard tolerance grades and limit deviations for holes and shafts*

ISO 527 (all parts), *Plastics – Determination of tensile properties*

ISO 965 (all parts), *ISO general-purpose metric screw threads – Tolerances*

ISO 1818:1975, *Vulcanized rubbers of low hardness (10 to 35 IRHD) – Determination of hardness*⁵

ISO 4014:1999, *Hexagon head bolts – Product grades A and B*

ISO 4017:1999, *Hexagon head screws – Product grades A and B*

ISO 4026:2003, *Hexagon socket set screws with flat point*

ISO 4027:2003, *Hexagon socket set screws with cone point*

ISO 4028:2003, *Hexagon socket set screws with dog point*

ISO 4029:2003, *Hexagon socket set screws with cup point*

ISO 4032:1999, *Hexagon nuts, style 1 – Product grades A and B*

ISO 4762:1997, *Hexagon socket head cap screws*

ISO 4892 (all parts), *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources*

⁵ Withdrawn standard.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply.

3.1

dust

small solid particles including fibres and flyings in the atmosphere which settle out under their own weight, but which may remain suspended in air for some time (includes dust and grit as defined in ISO 4225)

3.2

combustible dust

dust, fibres or flyings that can burn or glow in air and could form explosive mixtures with air at atmospheric pressure and normal temperatures

3.3

conductive dust

dust, fibres or flyings with electrical resistivity equal to or less than $10^3 \Omega \cdot m$

3.4

explosive dust atmosphere

mixture with air, under atmospheric conditions, of flammable substances in the form of dust, fibres or flyings in which, after ignition, combustion spreads throughout the unconsumed mixture

[IEV 426-02-04, modified]

3.5

minimum ignition temperature of a dust layer

lowest temperature of a hot surface at which ignition occurs in a dust layer of specified thickness on this hot surface

[3.3 of IEC 61241-2-1]

3.6

minimum ignition temperature of a dust cloud

lowest temperature of the hot inner wall of a furnace at which ignition occurs in a dust cloud in air contained therein

[3.5 of IEC 61241-2-1, modified]

3.7

electrical apparatus

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

NOTE These include, amongst others, items for the generation, transmission, distribution, storage, measurement, regulation, conversion and consumption of electrical energy and items for telecommunications.

3.8

rating

set of rated values and operating conditions

3.9**enclosure**

all the walls, doors, covers, cable entries, rods, spindles, shafts, etc. which contribute to the type of protection of and/or the degree of protection (IP) of the electrical apparatus

3.10**dust-tight enclosure**

enclosure capable of preventing the ingress of all observable dust particles

3.11**dust-protected enclosure**

enclosure in which the ingress of dust is not totally prevented but does not enter in sufficient quantity to interfere with the safe operation of the equipment

NOTE Dust should not accumulate in a position within the enclosure where it is liable to cause an ignition hazard.

3.12**type of protection**

specific measures applied to electrical apparatus to avoid ignition of a surrounding explosive atmosphere by such apparatus

3.13**maximum surface temperature**

highest temperature which is attained by any part of the surface of electrical apparatus when tested under the defined dust-free or dust layer conditions at the specified maximum ambient temperature

NOTE This temperature is attained under the test condition. Increasing the layer thickness can increase this temperature due to the thermal insulation properties of dust.

3.14**maximum permissible surface temperature**

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

NOTE The maximum permissible surface temperature will depend upon the type of dust, whether as a cloud or layer; if a layer, its thickness, and the application of a safety factor (see IEC 61241-14, Clause 6).

3.15**zones**

areas classified for explosive dust atmospheres are divided into zones based upon the frequency and duration of the occurrence of explosive dust/air atmospheres

3.16**Zone 20**

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

3.17**Zone 21**

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

3.18

Zone 22

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

3.19

cable entry

device permitting the introduction of one or more electric and/or fibre optics cables into an electrical apparatus so as to maintain the relevant type of protection

3.20

conduit entry

means of introducing a conduit into an electrical apparatus so as to maintain the relevant type of protection

3.21

compression element

element of a cable entry acting on the sealing ring to enable the latter to fulfil its function

3.22

clamping device

element of a cable entry for preventing tension or torsion in the cable from being transmitted to the connections

3.23

sealing ring

ring used in a cable or conduit entry to ensure the sealing between the entry and the cable or conduit

3.24

terminal compartment

separate compartment or part of a main enclosure, communicating, or not, with the main enclosure, and containing connection facilities

3.25

connection facilities

terminals screws and other parts, used for the electrical connection of conductors of external circuits

3.26

bushing

insulating device carrying one or more conductors through an internal or external wall of an enclosure

3.27

cell

assembly of electrodes and electrolyte that constitutes the smallest electrical unit of a battery

3.28

primary cell or battery

electrochemical system capable of producing electrical energy by chemical reaction

3.29**secondary cell or battery**

electrically rechargeable electrochemical system capable of storing electrical energy and delivering it by chemical reaction

3.30**open cell or battery**

secondary cell, or battery, having a cover provided with an opening through which gaseous products may escape

[IEC 486-01-18, modified]

3.31**sealed valve-regulated cell or battery**

cell or battery which is closed under normal conditions, but which has an arrangement which allows the escape of gas if the internal pressure exceeds a predetermined value

NOTE The cell cannot normally receive an addition to the electrolyte.

[IEV 486-01-20, modified]

3.32**sealed gas-tight cell or battery**

cell or battery which remains closed and does not release either gas or liquid when operated within the limits of charge or temperature specified by the manufacturer

[IEV 486-01-21, modified]

NOTE 1 Such cells and batteries may be equipped with a safety device to prevent dangerously high internal pressure. The cell or battery does not require addition to the electrolyte and is designed to operate during its life in its original sealed state.

NOTE 2 The above definition is taken from EN 50020. It differs from IEC definitions 486-01-20 and IEC 486-01-21 by virtue of the fact it applies to either a cell or battery.

3.33**battery**

assembly of two or more cells electrically connected to each other to increase the voltage or capacity

NOTE Where the terms "cell" or "cells" are used, the text refers to individual single cells. Where the terms "battery" or "batteries" are used, the text refers to both cells and batteries.

3.34**capacity**

quantity of electricity or electric charge, which a fully charged battery can deliver under specified conditions

3.35**nominal voltage** (of a cell or battery)

voltage specified by the manufacturer

3.36**maximum open circuit voltage** (of a cell or battery)

voltage which is the maximum attainable voltage under normal conditions, that is, from either a new primary cell, or a secondary cell just after a full charge

NOTE See Table 3 and Table 4 which show the maximum open circuit voltage for acceptable cells.

3.37

charging

act of forcing current through a secondary cell or battery in the opposite direction to the normal flow to restore the energy stored originally

3.38

reverse charging

act of forcing current through either a primary cell or secondary cell in the same direction as the normal flow

NOTE For example, in an expired battery.

3.39

deep discharge

event which reduces a cell voltage below that recommended by the cell or battery manufacturer

3.40

inherently safe (ihs) cell (or battery)

primary cell or battery in which the short-circuit current and maximum surface temperature are limited to a safe value by its internal resistance

3.41

Ex component

part of electrical apparatus for potentially explosive atmospheres, which is not intended to be used alone in such atmospheres and requires additional certification when incorporated into electrical apparatus or systems for use in potentially explosive atmospheres

3.42

"X" symbol

symbol used as a suffix to a certificate reference to denote special conditions for safe use

3.43

"U" symbol

symbol used as a suffix to a certificate reference to denote an Ex component

NOTE The symbols "X" and "U" should not be used together.

3.44

certificate

document confirming that the apparatus is in conformity with the requirements, the type tests and, where appropriate, the routine tests in the standard referred to therein

NOTE 1 A certificate can relate to Ex apparatus or an Ex component.

NOTE 2 A certificate may be produced by the manufacturer, the user, or a third party, for example, an IEC Ex Accepted Certification Body, a national certification body, or an authorized person.

4 Construction

4.1 General

Electrical apparatus for use in potentially explosive dust atmospheres shall comply with the requirements of this standard.

NOTE If the electrical apparatus has to withstand particularly adverse service conditions (for example rough handling, humidity effects, ambient temperature variations, effects of chemical agents, corrosion), these should be specified to the manufacturer by the user and are not the responsibility of the testing station.

4.2 Principles for design and testing of apparatus for use in Zone 20

Apparatus for Zone 20 needs special consideration.

The apparatus shall be designed to be capable of functioning in conformity with the operational parameters established by the manufacturer and ensuring a very high level of protection.

Apparatus in Zone 20 is intended for use in areas in which explosive atmospheres caused by air/dust mixtures are present continuously, for long periods or frequently. Apparatus in this zone shall ensure the requisite level of protection, even in the event of rare incidents relating to equipment, and is characterized by means of protection such that either

- in the event of failure of one means of protection, at least an independent second means provides the requisite level of protection; or
- the requisite level of protection is assured in the event of two faults occurring independently of each other.

The special requirements for Zone 20 shall be investigated under simulated working conditions as stated by the manufacturer.

NOTE 1 Apparatus for measurement and control techniques (e.g. instrumentation, sensors, controls) are typical applications under dust of excessive layers.

NOTE 2 Power engineering apparatus (such as motors, luminaires, plugs and sockets) should, wherever practicable, be placed outside of such areas.

4.3 Opening enclosures

Enclosures for use in Zone 20 or 21 which can be opened more quickly than the time necessary

- to allow incorporated capacitors, charged by a voltage of 200 V or more, to discharge to a value of residual energy of 0,2 mJ, or residual energy level of 0,4 mJ if the charging voltage is less than 200 V, or
- to allow the cooling of enclosed hot components to a surface temperature below the temperature class of the electrical apparatus

shall be marked with the following or equivalent warning:

“AFTER DE-ENERGIZING, DELAY X MINUTES BEFORE OPENING”

“X” being the value in minutes of the delay required.

Alternatively the apparatus may be marked with the warning:

“DO NOT OPEN WHEN AN EXPLOSIVE DUST ATMOSPHERE IS PRESENT”.

4.4 Environmental conditions

Where the apparatus has to meet other environmental conditions, for example, protection against ingress of water and resistance to corrosion, the method of protection used shall not adversely affect the integrity of the enclosure.

5 Temperatures

5.1 Maximum surface temperature

For electrical apparatus, the maximum surface temperature shall be specified in relevant documentation according to 23.2.

This maximum surface temperature shall be arranged and marked according to 29.2 g) and shall be either

- defined by the actual maximum surface temperature, or, if appropriate,
- restricted to the specific combustible dust for which it is intended.

5.2 Maximum surface temperature with respect to dust layers above 50 mm

In addition to the maximum surface temperature required in 5.1, the maximum surface temperature may be stated for a given depth of layer, T_L , of dust surrounding all sides of the apparatus, unless otherwise specified in the documentation, and marked according to 29.2 h).

5.3 Ambient temperature

Electrical apparatus shall normally be designed for use in the ambient temperature range between -20 °C and $+40\text{ °C}$; in this case, no additional marking is necessary.

When the electrical apparatus is designed for use in a different range of ambient temperatures, it is considered to be special; the ambient temperature range shall then be stated by the manufacturer and specified in the certificate; the marking shall then include either the symbol T_a or T_{amb} together with the special range of ambient temperatures or, if this is impracticable, the symbol "X" shall be placed after the certificate reference, according to 29.2 l) (see Table 1).

Table 1 – Ambient temperatures in service and additional marking

Electrical apparatus	Ambient temperature in service	Additional marking
Normal	Maximum: $+40\text{ °C}$, Minimum: -20 °C	None
Special	Stated by the manufacturer and specified in the certificate	T_a or T_{amb} with the special range, for example " $-30\text{ °C} \leq T_a \leq +40\text{ °C}$ " or the symbol "X"

6 Enclosure materials

6.1 Non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures

The following requirements apply to non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures on which the type of protection depends. In addition, the requirements of 23.4.6 apply to enclosures for use in Zone 20 or 21.

6.1.1 Material specification

Documents submitted to the manufacturer shall specify both the material and the manufacturing process of the enclosure or part of the enclosure.

6.1.2 Plastic materials

The specification for plastic materials shall include

- a) the name of the manufacturer;
- b) the exact and complete reference of the material including its colour, percentage of fillers and any other additives if used;
- c) the possible surface treatments, such as varnishes, etc.;
- d) the temperature index "TI" corresponding to the 20 000 h point on the thermal endurance graph without loss of flexural strength exceeding 50 %, determined in accordance with IEC 60216-1 and IEC 60216-2 and based on the flexing property in accordance with ISO 178. If the material does not break in this test before exposure to the heat, the index shall be based on the tensile strength in accordance with ISO 527 with test bars of Type 1.

The data by which these characteristics are defined shall be supplied by the apparatus manufacturer.

6.1.3 Verification of compliance

The testing station is not required to verify compliance of the material with its specification.

6.1.4 Thermal endurance

6.1.4.1 Temperature index

For Zone 20 and 21 apparatus, the plastic materials shall have a temperature index "TI" corresponding to the 20 000 h point of at least 20 K greater than the temperature of the hottest point of the enclosure or the part of the enclosure (see 23.4.6.1), having regard to the maximum ambient temperature in service.

For Zone 22 apparatus, the plastic materials shall have a temperature index TI corresponding to the 20 000 h point (see IEC 60216-1 and IEC 60216-2) or a continuous operating temperature (COT) of at least 10 K greater than the temperature of the hottest point of the enclosure having regard to the maximum ambient temperature in service according to data supplied by the apparatus manufacturer.

6.1.4.2 Endurance to heat and cold and light

The endurance of the enclosures, or parts of the enclosures, of plastic material to heat, cold and light, shall be satisfactory (see 23.4.6.3, 23.4.6.4 and 23.4.6.5, respectively).

6.1.5 Electrostatic charges

Electrostatic charges on enclosures, or parts of enclosures, of plastic material for use in Zone 20 or 21 shall be limited by the following.

6.1.5.1 Material characteristics

Apparatus of plastic material shall be so designed that under normal conditions of use, danger of ignition due to propagating brush discharges is avoided.

This can be achieved by using plastic, which is not backed with conductive material. If however the plastic is backed by conductive material it shall have one or more of the following characteristics:

- surface resistivity $\leq 10^9 \Omega$ tested according to 23.4.6.7;
- breakdown voltage ≤ 4 kV (measured across the thickness of the insulating material according to the method described in IEC 60243-1);
- thickness ≥ 8 mm of the external insulation on metal parts. (External plastic layers of 8 mm and greater on metal parts such as measurement probes or similar components make propagating brush discharges unlikely to occur. When evaluating the minimum thickness of the insulation to be used or specified it is necessary to allow for any expected wear under normal usage.)

6.1.5.2 Limited capacitance or grounding

Insulated conductive parts with a capacitance of more than 10 pF shall be avoided or electrostatically grounded.

6.2 Enclosures containing light metals

6.2.1 Composition

Materials used in the construction of enclosures of electrical apparatus to be used in explosive dust atmospheres shall not contain, by weight, more than 7,5 % in total of magnesium and titanium.

6.2.2 Threaded holes

Threaded holes in enclosures for fasteners which secure covers intended to be opened in service for adjustment, inspection and other operational reasons may only be tapped in the material of the enclosure when the thread form is compatible with the material used for the enclosure.

7 Fasteners

7.1 Access to live parts

Parts necessary to achieve a standard type of protection or used to prevent access to uninsulated live parts shall be capable of being released or removed only with the aid of a tool.

7.2 Compatible material

Fastening screws for enclosures of materials containing light metals may be made of light metal or plastics if the material of the fastener is compatible with that of the enclosure.

8 Interlocking devices

Interlocking devices used to maintain a type of protection shall be so constructed that their effectiveness cannot readily be defeated by the use, for example, of a screwdriver or pliers.

9 Bushings

9.1 Prevention of turning

Bushings in enclosures used as connection facilities and which may be subjected to a torque while the connection or disconnection is being made shall be mounted in such a way that all parts are secured against turning.

9.2 Torque tests

Bushings in enclosures for use in Zone 20 or 21 shall comply with the relevant torque test as specified in 23.4.4.

10 Materials used for cementing

10.1 Documentation

The manufacturer's documents submitted according to 23.2 shall testify that for the intended operating conditions, the materials used for cementing, and on which safety depends, have a thermal stability adequate for the minimum and maximum temperatures to which they shall be subjected, within the rating of the electrical apparatus.

10.2 Thermal stability

The thermal stability is considered adequate if the limiting values for the material are below or equal to the lowest working temperature and at least 20 K above the maximum temperature in service.

NOTE If the cementing has to withstand adverse service conditions, appropriate measures should be agreed between user and manufacturer.

10.3 Verification

The testing station is not required to verify the characteristics listed in the documents mentioned in 10.1.

11 Ex components

11.1 General

Ex components shall comply with the relevant requirements given in this standard and may be

- an empty enclosure,
- components or assemblies of components for use with apparatus complying with the requirements of one or more of the types of protection listed in Clause 1.

11.2 Mounting

Ex components may be mounted

- a) completely within an apparatus enclosure (for example a terminal, ammeter, heater or indicator; a type 'mD' switch component or thermostat or a type 'iD' supply); or
- b) completely external to the apparatus enclosure (for example a type 'iD' sensor); or
- c) partly within and partly external to the apparatus enclosure (for example a type 'tD' push button switch, a limit switch or indicating lamp, an ammeter or a type 'iD' indicator).

11.3 Internal mounting

In the case of mounting that is completely within the enclosure, the only parts to be tested or assessed when used in an apparatus are those parts that cannot be tested and/or assessed as a separate component (for example test or assessment of surface temperature, creepage distance and clearance, when the component is mounted).

11.4 External mounting

In the case of mounting that is external to the enclosure, or partly within and partly external to the enclosure, the interface between the Ex component and the enclosure shall be tested or assessed for compliance with the relevant type of protection and for compliance with the mechanical tests according to 23.4.2.

12 Connection facilities and terminal compartments

12.1 Attached cables

Electrical apparatus intended for connection to external circuits shall include connection facilities, except where the electrical apparatus is manufactured with a cable permanently connected to it. All apparatus constructed with permanently connected unterminated cables shall be marked with the symbol "X" to indicate the need for appropriate connection of the free end of the cable.

12.2 Terminal access

Terminal compartments and their access openings shall be dimensioned so that the conductors can be readily connected.

12.3 Creepage and clearance

Terminal compartments shall be so designed that after proper connection of the conductors, the creepage distances and the clearances comply with the requirements, if any, of the specific standard for the type of apparatus concerned.

13 Connection facilities for earthing or bonding conductors

13.1 Internal connection

A connection facility for the connection of an earthing or equipotential bonding conductor shall be provided inside the terminal compartment of electrical apparatus and near the other connection facilities.

13.2 External connection

Electrical apparatus with a metallic enclosure shall have an additional external connection facility for an earthing or equipotential bonding conductor. This external connection facility shall be electrically in contact with the facility required in 13.1. The external connection facility is not required for electrical apparatus which is designed to be moved when energized and is supplied by a cable incorporating an earthing or equipotential bonding conductor.

NOTE The expression "electrically in contact" does not necessarily involve the use of a conductor.

13.3 Facility not required

Neither an internal nor external earthing or bonding connection facility is required for electrical apparatus for which earthing (or bonding) is not required, such as electrical apparatus having double or reinforced insulation, or for which supplementary earthing is not necessary.

13.4 Effective connection

Earthing or equipotential bonding connection facilities shall allow for the effective connection of at least one conductor with a cross-sectional area as shown in Table 2.

Table 2 – Minimum cross-sectional areas of protective conductors

Cross-sectional area of phase conductors of the installation, S mm ²	Minimum cross-sectional area of the corresponding protective conductor, S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$0,5 S$

In addition to meeting this requirement, earthing or bonding connection facilities on the outside of electrical apparatus shall provide for effective connection of a conductor of at least 4 mm².

13.5 Effective contact

Connection facilities shall effectively be protected against corrosion. They shall also be designed so that the conductors are secured against loosening and twisting and so that the contact pressure is maintained.

13.6 Environmental

Contact pressure of electrical connections shall not be affected by dimensional changes of insulating materials in service, due to temperature or humidity, etc.

13.7 Use of light metal

Special precautions shall be taken if one of the parts in contact consists of a material containing light metal. One example of a means of connecting to a material containing light metal is to use an intermediate part made from steel.

14 Cable and conduit entries

14.1 Intended use

The manufacturer shall specify in the documents submitted according to 23.2 the entries intended for use with cable or conduit, their position on the apparatus and the maximum number permitted.

14.2 Construction

Cable and conduit entries shall be constructed and fixed so that they do not alter the specific characteristics of the type of protection of the electrical apparatus on which they are mounted. This shall apply to the whole range of cable dimensions specified by the manufacturer of the cable entries as suitable for use with those entries.

14.3 Integral part of the apparatus

Cable and conduit entries may form an integral part of the apparatus, i.e. one major element or part forms an inseparable part of the enclosure of the apparatus. In such cases the entries shall be tested and certified with the apparatus.

NOTE Cable and conduit entries, which are separate from, but installed with the apparatus, are usually tested and certified separately from the apparatus but may be tested and certified together with the apparatus if the apparatus manufacturer so requests.

14.4 Prevention of twisting

Where the design of a cable entry is such that twisting of the cable can be transmitted to the connections, then means shall be provided to prevent such twisting.

14.5 Method of attaching

Entry by conduit or cable entries shall be either by screwing into threaded holes or by locking in plain holes

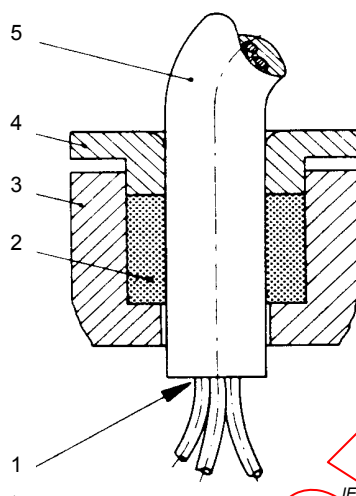
- in the wall of the enclosure, or
- in an adaptor plate designed to be fitted in or on the walls of the enclosure, or
- into a suitable stopping box, integral with or attached to the wall of the enclosure.

14.6 Blanking elements

Blanking elements intended to close openings in the walls of electrical apparatus when they are not fitted with cable or conduit entries shall, together with the enclosure wall of the apparatus, satisfy the requirements of the specific type of protection concerned. The means provided for this shall be such that the blanking element can be removed only with the aid of a tool.

14.7 Branching point temperatures

When the temperature under rated conditions, including any manufacturer's installation requirements, is higher than 70 °C at the cable or conduit entry point, or 80 °C at the branching point of the conductors, the outside of the electrical apparatus shall be marked as a guide for the selection by the user of the cable or of the wiring in the conduit, in order to ensure that the rated temperature of the cable is not exceeded (see Figure 1).

**Key**

- 1) Branching point of the conductors
- 2) Sealing ring
- 3) Cable entry body
- 4) Clamping ring with curved rim
- 5) Cable

Figure 1 – Illustration of entry points and branching points

15 Radiating equipment

The energy levels of radiation generating equipment shall not exceed the values given below (see IEC 61241-14).

15.1 Lasers and other continuous wave source

15.1.1 Zone 20 and Zone 21

Radiation-generating electrical equipment, if tested and permitted in accordance with this specification for Zone 20 or 21, may be used. Independently of this fact it shall be ensured that irradiation power or irradiation that may penetrate into or occur in Zone 20 or 21, even in the case of rare disturbances in the entire part of the radiation process proceeding in Zone 20 or 21 and at any point in the radiation cross-section, shall not exceed the following values:

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

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

15.1.2 Zone 22

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

15.2 Ultrasonic sources

For ultrasonic sources the power level shall not exceed a power density in the sound field of $0,1 \text{ W/cm}^2$ and a frequency of 10 MHz for continuous sources and 2 mJ/cm^2 for pulse sources. The average power density shall not exceed $0,1 \text{ W/cm}^2$.

15.2.1 Zone 20 and Zone 21

In Zone 20 or 21, ultrasonics sources shall not exceed a power density in the sound field of $0,1 \text{ W/cm}^2$ and a frequency of 10 MHz for continuous sources and 2 mJ/cm^2 for pulse sources. The average power density shall not exceed $0,1 \text{ W/cm}^2$.

15.2.2 Zone 22

In Zone 22 no special safety measures against ignition hazards due to the use of ultrasonics themselves are necessary, provided the power density in the sound field generated does not exceed $0,1 \text{ W/cm}^2$ and an installed frequency of 10 MHz.

16 Supplementary requirements for specific electrical apparatus – Rotating electrical machines

External, shaft driven cooling fans of rotating electrical machines shall be enclosed by a fanhood, which is not considered to be part of the enclosure of the electrical apparatus. Such fans and fanhoods shall meet the following requirements.

16.1 Ventilation openings for external fans

The degree of protection (IP) of ventilation openings for external fans of rotating electrical machines shall be at least

- IP20 on the air inlet side,
- IP10 on the air outlet side,

according to IEC 60034-5.

For vertical rotating machines for use in Zone 20 or 21, foreign objects shall be prevented from falling into the ventilation openings.

16.2 Construction and mounting of the ventilating systems

Fans, fanhoods and ventilation screens shall be constructed so as to meet the requirements of the resistance to impact test according to 23.4.2.1.

16.3 Clearances for the ventilating system for use in Zone 20 or 21

In normal operation the clearances, taking into account design tolerances, between the external fan and its hood, ventilation screens and their fasteners shall be at least one hundredth of the maximum diameter of the fan, except that the clearances need not exceed 5 mm and may be reduced to 1 mm if the opposing parts are manufactured so as to have dimensional accuracy and stability. In no case shall the clearance be less than 1 mm.

16.4 Materials for external fans and fanhoods

16.4.1 Electrostatic discharge

External fans, fanhoods, ventilation screens, etc., shall have an electrical insulation resistance measured according to 6.1.5.1 not exceeding $10^9 \Omega$.

16.4.2 Thermal stability of plastic materials for use in Zones 20 and 21

The thermal stability of plastic materials shall be considered adequate if the manufacturer's specified operating temperature of the material exceeds the maximum temperature to which the material will be subjected in service (within the rating) by at least 20 K.

16.4.3 Materials containing light metals for use in Zones 20 and 21

The external fans, fanhoods and ventilation screens of rotating electrical machines manufactured from materials containing light metals shall not contain by weight more than 7,5 % of magnesium.

17 Switchgear

17.1 Flammable dielectric

Switchgear with contacts immersed in flammable dielectric is not permitted.

17.2 Interlocking

Disconnectors (which are not designed to be operated under the intended load) shall

- be electrically or mechanically interlocked with a suitable load breaking device, or
- be marked at a place near the actuator of the disconnector, with the warning

“DO NOT OPERATE UNDER LOAD”.

17.3 Indication of open position

Where switchgear includes a disconnector, the latter shall disconnect all poles and shall be designed so that the position of the disconnector contacts is visible, or their open position is indicated in accordance with the requirements for the isolation function specified in IEC 60947-3. Any interlock between such disconnector and the cover or door of the switchgear shall allow this cover or door to be opened only when the separation of the disconnector contacts is effective.

17.4 Openings

Doors and covers giving access to the interior of enclosures containing remotely operated circuits with switching contacts which can be made or broken by non-manual influences (such as electrical, mechanical, magnetic, electro-magnetic, electro-optical, pneumatic, hydraulic, acoustic or thermal) shall either

- be interlocked with a disconnecter which prevents access to the interior unless it has been operated to disconnect unprotected internal circuits; or
- the apparatus shall be marked with the warning:

"DO NOT OPEN WHEN ENERGIZED".

18 Fuses

Enclosures containing fuses shall either

- be interlocked so that insertion or removal of replaceable elements can be carried out only with the supply disconnected and so that the fuses cannot be energized until the enclosure is correctly closed; or alternatively
- the apparatus shall be marked with the warning

"DO NOT OPEN WHEN ENERGIZED".

19 Plugs and sockets

The requirements for plugs and sockets are not applicable for type of protection Ex iD.

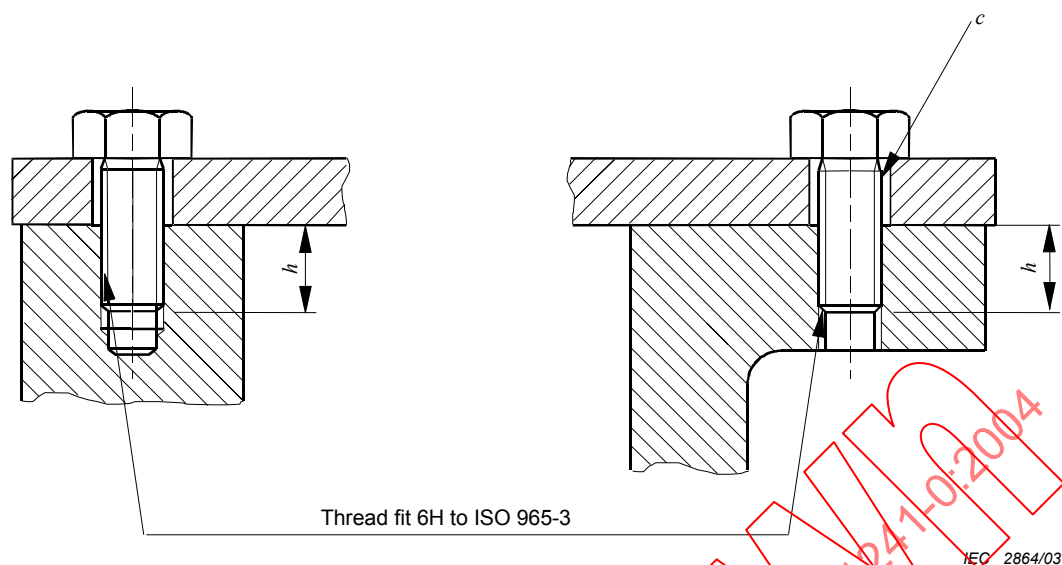
19.1 Plugs and sockets construction

Plugs and sockets shall comply with either a) or b) below:

- a) be interlocked mechanically, or electrically, or otherwise designed so that they cannot be separated when the contacts are energized and the contacts cannot be energized when the plug and socket are separated; or
- b) be fixed together by means of special fasteners that shall conform to the following:
 - the thread shall be coarse pitch in accordance with ISO 262, with a tolerance fit of 6g/6H in accordance with ISO 965;
 - the head of the screw or nut shall be in accordance with ISO 4014, ISO 4017, ISO 4032 or ISO 4762, and in the case of hexagon socket set screws ISO 4026, ISO 4027, ISO 4028 or ISO 4029;
 - the holes of the electrical apparatus shall be threaded for a distance to accept a thread engagement, λ , at least equal to the major diameter of the thread of the fastener (see Figures 2 and 3).

The thread shall have a tolerance fit of 6H in accordance with ISO 965, and either

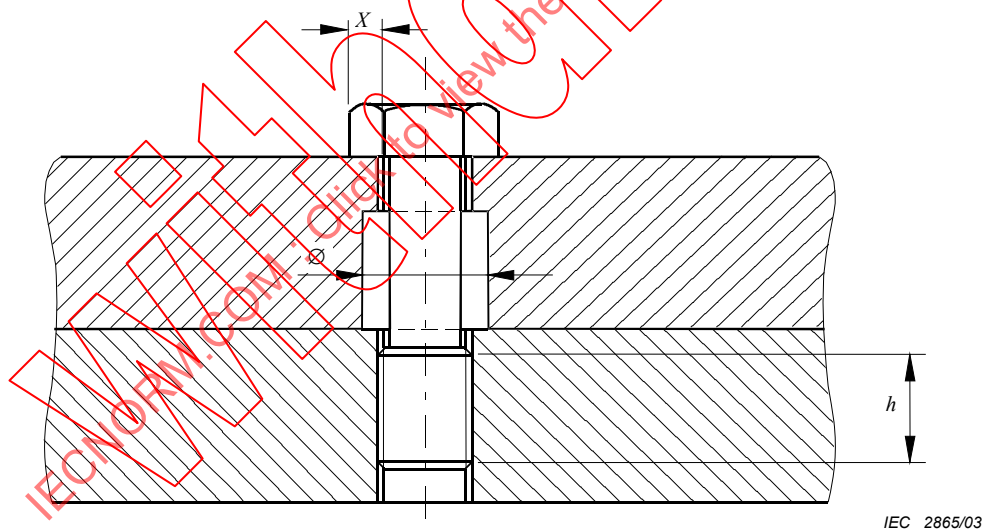
- 1) the hole under the head of the associated fastener shall allow a clearance not greater than a medium tolerance fit of H13 in accordance with ISO 286-2 (see Figure 2 and ISO 273); or
- 2) the hole under the head (or nut) of an associated reduced shank fastener shall be threaded to enable the fastener to be retained. The dimensions of the threaded hole shall be such that the surrounding surface in contact with the head of such a fastener shall be at least equal to that of a fastener without a reduced shank in a clearance hole (see Figure 3).

**Key**

$h \geq$ major diameter of the thread of the fastener

$c \leq$ maximum clearance permitted by tolerance of fit H13 of ISO 286-2

Figure 2 – Tolerances and clearance for threaded fasteners

**Key**

$\varnothing$ standard clearance hole appropriate to the threadform

$h \geq$ major diameter of the thread of the fastener

X the contact dimension of a reduced shank fastener

$X \geq$ the contact dimension of a standard head of a standard fastener (without reduced shank) threaded throughout its length with the size of thread used

Figure 3 – Contact surface under head of fastener with a reduced shank

In the case of hexagon socket set screws, the screw head shall have a tolerance fit of 6H in accordance with ISO 965 but shall not protrude from the threaded hole after tightening, and the apparatus marked with the warning

“DO NOT SEPARATE WHEN ENERGIZED”.

19.2 Bolted plugs and sockets

Where bolted types cannot be de-energized before separation because they are connected to a battery, the marking shall then state

“SEPARATE ONLY WHEN A HAZARD DOES NOT EXIST”.

19.3 For Zone 21 and Zone 22

Plugs and sockets for rated currents not exceeding 10 A and rated voltage not exceeding either 250 V a.c. or 60 V d.c. need not comply with the requirements of 19.1 if all the following conditions are complied with, i.e:

- the part which remains energized is a socket outlet;
- the plug and socket break the rated current with delayed release to permit the arc to be extinguished before separation;
- the plug and socket remain dust tight to IP 6X during the arc-quenching period.

19.4 Plugs remaining energized

With the exception of Ex iD, plugs and components remaining energized when not engaged with a socket are not permitted.

20 Luminaires

20.1 Light transmitting covers

The source of light of luminaires shall be protected by a light-transmitting cover, which may be provided with an additional guard comprising a mesh not greater than 50 mm². If mesh sizes exceed 50 mm², then the luminaire cover shall be considered as unguarded.

20.2 Guards

The light transmitting cover and, if provided, the guard, shall be capable of passing the relevant tests according to 23.4.2.1.

20.3 Mounting

The mounting of luminaires shall not depend on a single screw. A single eyebolt may be used only if this is an integral part of the luminaire, for example by being cast or welded to the enclosure, or, if threaded, the eyebolt is locked by a separate means against loosening when twisted.

20.4 Covers

Except in the case of intrinsically safe luminaires to IEC 60079-11, covers giving access to the lampholder and other internal parts of luminaries shall either

- a) be interlocked with a device which automatically disconnects all poles of the lampholder as soon as the cover opening procedure begins; or
- b) be marked with the warning

“DO NOT OPEN WHEN ENERGIZED”.

20.5 Parts remaining energized

In the case of 20.4 a), where it is intended that some parts other than the lampholder will remain energized after operation of the disconnecting device, then in order to minimize the risk of explosion, those energized parts shall be protected by

- clearances and creepage distances between phases (poles) and to earth in accordance with the requirements of IEC 60079-7; and
- an internal supplementary enclosure (which can be the reflector for the light source) which contains the energized parts and provides a degree of protection of at least IP30, according to IEC 60529; and
- marking on the internal supplementary enclosure with the warning

“DO NOT OPEN WHEN ENERGIZED”.

20.6 Types of lamps

Lamps containing free metallic sodium (for example low-pressure sodium lamps in accordance with IEC 60192) are not permitted. High-pressure sodium lamps (for example in accordance with IEC 60662) may be used.

21 Caplights, caplamps and handlamps

21.1 Leakage

Leakage of the electrolyte shall be prevented in all positions of the apparatus.

NOTE The materials used for handlamps and caplights, which may be exposed to the electrolyte, should be chemically resistant to the electrolyte.

21.2 Separate enclosures

Where the source of light and the source of supply are housed in separate enclosures, which are not mechanically connected other than by an electric cable, the cable entries and the connecting cable shall be tested as appropriate according to Clause 27 or Clause 28.

22 Apparatus incorporating cells and batteries

22.1 General

The requirements in 22.2 to 22.13 below shall apply for all cells and batteries incorporated into explosion-protected apparatus.

22.2 Connection of cells

Batteries incorporated into explosion-protected apparatus shall be formed only from cells connected in simple series.

22.3 Characteristics

Only cell types referred to in published IEC cell standards and having known characteristics shall be used. Table 3 and Table 4 below list cells for which suitable standards either exist, or are to be produced.

Table 3 – Primary cells

IEC 60086-1 Type	Positive electrode	Electrolyte	Negative electrode	Nominal voltage V	Maximum open circuit voltage V
–	Manganese dioxide	Ammonium chloride, zinc chloride	Zinc	1,5	1,73
A	Oxygen	Ammonium chloride, zinc chloride	Zinc	1,4	1,55
B	Carbon monofluoride	Organic electrolyte	Lithium	3	3,7
C	Manganese dioxide	Organic electrolyte	Lithium	3	3,7
E	Thionyl chloride (SOCl ₂)	Non-aqueous inorganic	Lithium	3,6	3,9
F	Iron disulfide (FeS ₂)	Organic electrolyte	Lithium	1,5	1,83
G	Copper (II) oxide (CuO)	Organic electrolyte	Lithium	1,5	2,3
L	Manganese dioxide	Alkali metal hydroxide	Zinc	1,5	1,65
P	Oxygen	Alkali metal hydroxide	Zinc	1,4	1,68
S	Silver oxide (Ag ₂ O)	Alkali metal hydroxide	Zinc	1,55	1,63
T	Silver oxide (AgO, Ag ₂ O)	Alkali metal hydroxide	Zinc	1,55	1,87
a	Sulphur dioxide	Non-aqueous organic salt	Lithium	3,0	3,0
a	Mercury	Alkali metal hydroxide	Zinc	Data awaited	Data awaited
^a May only be used once an IEC cell standard exists.					
NOTE Zinc/manganese dioxide cells are listed in IEC 60086-1 but not classified by a type letter.					

Table 4 — Secondary cells

Relevant IEC type	Type	Electrolyte	Nominal voltage V	Maximum open circuit voltage V
Type K IEC 61056 IEC 60095	Lead-acid (wet) Lead-acid (dry)	Sulphuric acid (SG 1,25)	2,2 2,2	2,67 2,35
Type K IEC 60285 IEC 60623 IEC 60662 IEC 61150	Nickel-cadmium	Potassium hydroxide (SG1,3)	1,2	1,55
^a	Nickel-iron	Potassium hydroxide (SG1,3)	Data awaited	1,6
^a	Lithium	Non-aqueous organic salt	Data awaited	Data awaited
^a	Nickel metal hydride	Potassium hydroxide	1,2	1,5
^a May only be used once an IEC cell standard exists.				

22.4 Compatibility

All cells in a battery shall be of the same electrochemical system, cell design and rated capacity.

22.5 Limits

All batteries shall be arranged and operated so as to be within the allowable limits defined by the cell or battery manufacturer.

22.6 Mixture of cells

Batteries shall not contain a mixture of primary and secondary cells.

22.7 Interchangeability

Primary and secondary cells or batteries shall not be used inside the same apparatus enclosure if they are readily interchangeable.

22.8 Re-charging

Primary batteries shall not be re-charged. Where another voltage source exists inside apparatus containing primary batteries and there is a possibility of interconnection, precautions shall be taken to prevent charging current passing through them.

22.9 Different cells

Batteries shall not contain cells made by different manufacturers.

22.10 Leakage

All cells shall be constructed or arranged so as to prevent leakage of electrolyte which would adversely affect the type of protection or components on which safety depends.

22.11 Method of connection

Only the manufacturer's recommended method(s) of making electrical connections to a battery shall be used.

22.12 Orientation

Where a battery is mounted inside apparatus and its orientation is important for safe operation, the correct orientation of the apparatus shall be indicated on the outside of the apparatus enclosure.

22.13 Identification of replacement

Where it is necessary for the user to replace cells or batteries contained within an enclosure, the relevant parameters to allow correct replacement shall be legibly and durably marked on or inside the enclosure, or detailed in the manufacturer's instructions; that is, either the manufacturer's part number, or the name of the cell or battery manufacturer, the electrochemical system, nominal voltage and rated capacity.

23 Verification and tests

23.1 General

The type verifications and tests are intended to verify that a prototype or sample of the electrical apparatus complies with the relevant requirements of this standard.

23.2 Verification of documents

23.2.1 General

It shall be verified that documents submitted by the manufacturer give a full and correct specification of the safety aspects of the electrical apparatus.

23.2.2 Compliance with standards

It shall also be verified that in the design of the electrical apparatus the requirements of this standard and of the specific standards for the types of protection concerned have been observed.

23.3 Compliance of prototype or sample with documents

It shall be verified that the prototype or sample of the electrical apparatus submitted for the type tests complies with the manufacturer's documents referred to above.

23.4 Type tests

23.4.1 General

The prototype or sample shall be tested in accordance with the requirements for type tests of this standard. However, the responsible party

- may omit certain tests judged to be unnecessary. A record of all tests carried out and the justification for those omitted shall be kept;
- shall not conduct the tests which have already been carried out on an Ex component.

For tests required to be carried out by a testing station, the tests shall be made either in the laboratory of the testing station or, subject to agreement between the testing station and the manufacturer, elsewhere under the supervision of the testing station, for example at the manufacturer's works.

Each test shall be made in that configuration of the apparatus, which is considered to be the most unfavourable.

23.4.2 Mechanical tests

23.4.2.1 Test for resistance to impact

In this test the electrical apparatus is submitted to the effect of a test mass of 1 kg falling vertically from a height h . The height h is dependent on the impact energy E , which is specified in Table 5 according to the application of the electrical apparatus ($h = E/10$; h in metres and E in joules). The test mass shall be fitted with an impact head in hardened steel in the form of a hemisphere 25 mm in diameter.

Before each test, it is necessary to check that the surface of the impact head is in good condition.

Normally the resistance to the impact test is made on apparatus which is completely assembled and ready for use; however, if this is not possible (e.g. for light-transmitting parts) the test is made with the relevant parts removed but fixed in their mounting or an equivalent frame. Tests on an empty enclosure are permitted only if there has been prior agreement between the manufacturer and testing station.

For light-transmitting parts made of glass, the test shall be made on three samples but only once on each. In all other cases the test shall be made on two samples, at two separate places on each sample.

The points of impact shall be the places considered by the testing station, or as agreed by the manufacturer and purchaser, to be the weakest. The electrical apparatus shall be mounted on a steel base so that the direction of the impact is normal to the surface being tested if it is flat, or normal to the tangent to the surface at the point of impact if it is not flat. The base shall have a mass of at least 20 kg or be rigidly fixed or inserted in the floor (secured in concrete, for example).

Table 5 – Tests of resistance to impact

Risk of mechanical danger	Impact energy (joules)	
	High	Low
1. Guards, protective covers, fanhoods, cable entries	7	4
2. Plastic enclosures	7	4
3. Light metal or cast metal enclosures	7	4
4. Enclosures of materials not included in row 3 with wall thickness less than 1 mm	7	4
5. Light-transmitting parts without guard	4	2
6. Light transmitting parts with guard (tested without guard)	2	1

When an electrical apparatus is submitted to tests corresponding to the low risk of mechanical danger, it shall be marked with the symbol "X" according to 29.2.

Normally the test is carried out at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, except where the material data shows it to have a reduction in resistance to impact at lower temperatures within the specified ambient range, in which case the test shall be performed at the lowest temperature within the specified range.

When the electrical apparatus has an enclosure or a part of an enclosure in plastic material, including plastic fanhoods and ventilation screens in rotating electrical machines, the test shall be carried out at the upper and lower temperatures according to 23.4.6.1.

23.4.2.2 Drop test

In addition to being submitted to the resistance to impact test according to 23.4.2.1, hand-held electrical apparatus or electrical apparatus carried on the person, ready for use, shall be dropped four times from a height of 1 m onto a horizontal concrete surface. The position of the sample for the drop test shall be selected by the testing station, or as agreed by the manufacturer and purchaser.

For apparatus with an enclosure in other than plastic material, the test shall be carried out at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, except where the material data shows it to have a reduction in resistance to impact at lower temperatures within the specified ambient range, in which case the test shall be performed at the lowest temperature within the specified range.

For electrical apparatus with enclosures or parts of enclosures made of plastic material, the tests shall be carried out at the lower ambient temperature according to 23.4.6.1.

23.4.2.3 Verification

The resistance to impact and drop tests shall not produce damage invalidating the type of protection of the electrical apparatus.

Superficial damage, chipping to paint work, breakage of cooling fins or other similar parts of the electrical apparatus, and small dents shall be ignored.

External fanhoods and ventilation screens shall resist the tests without displacement or deformation causing rubbing by the moving parts.

23.4.3 Test for dust exclusion (degree of protection)

Depending on the environmental conditions likely to be encountered (such as area classification and conductivity of dust) two levels of dust exclusion efficiency have been adopted: "dust-tight" and "dust-protected" enclosures. Applicable levels of dust exclusion are dependant on the type of protection employed and specified in the applicable part of the IEC 61241 series for that type of protection.

NOTE For the required degree of dust exclusion efficiency, see IEC 61241-14.

23.4.4 Torque test for bushings in enclosures for use in Zone 20 or 21

Threaded bushings in enclosures shall meet the torque requirements listed in Table 6.

Table 6 – Torque to be applied to the stem of bushing used for connection facilities

Bushing size	Torque Nm
M4	2,0
M5	3,2
M6	5
M8	10
M10	16
M12	25
M16	50
M20	85
M24	130

NOTE Torque values for sizes other than those specified above may be determined from a graph, plotted using these values. In addition, the graph may be extrapolated to allow torque values to be determined for bushings larger than those specified.

23.4.5 Thermal tests

23.4.5.1 Measurement for maximum surface temperature

The thermal tests shall be made at the rating of the electrical apparatus at an ambient temperature between 10 °C and 40 °C and with the most unfavourable voltage between 90 % and 110 % of the rated voltage of the electrical apparatus, unless other IEC publications prescribe other tolerances for equivalent industrial electrical apparatus.

The test shall be made under the most adverse conditions, including overloads and recognized abnormal conditions that may be specified in an IEC standard giving specific requirements for the electrical apparatus concerned. Adverse conditions may also arise from the use of electrical apparatus on inverter supplies, frequent starting, etc.

For Zone 20, the adverse conditions shall take into account two simultaneous faults or rare malfunctions; for Zone 21, foreseeable malfunctions; and for Zone 22, normal operation applies.

The measurement of the surface temperatures shall be made with the electrical apparatus mounted in its normal service position.

For electrical apparatus, which can be normally used in different positions, the temperature in each position shall be determined and the highest temperature considered. When the temperature is determined for certain positions, only this shall be specified in the test report and the electrical apparatus shall be marked accordingly.

The measuring devices (thermometers, thermocouple, etc.) and the connecting cables shall be selected and so arranged that they do not significantly affect the thermal behaviour of the electrical apparatus.

The final temperature is considered to have been reached when the rate of rise of temperature does not exceed 2 K/h.

23.4.5.2 Measurement for surface temperature under excess layer

If the requirements of 5.2 apply, then the electrical apparatus to be tested shall be mounted and surrounded by a layer depth L as stated by the manufacturer's specification. The measurement for the maximum surface temperature shall be made according to 23.4.5.1 using a dust having a thermal conductivity of no more than 0,003 kcal/m °C·h.

23.4.5.3 Temperature control

Some apparatus may require the provision of integral temperature sensitive devices, e.g. certain electric motors, fluorescent luminaires, etc. The effect of such devices shall be tested under simulated working conditions. This protection shall be subject to consideration of faults and malfunction according to 23.4.5.1 according to the intended zone of use.

23.4.6 Thermal shock test

Glass parts of luminaires and windows of electrical apparatus shall withstand, without breaking, a thermal shock caused by a jet of water about 1 mm in diameter at a temperature of (10 ± 5) °C sprayed on them when they are at maximum service temperature.

23.4.7 Tests of non-metallic enclosures or of non-metallic parts of apparatus for use in Zone 20 or 21

23.4.7.1 Ambient temperatures during tests

When, according to this standard, tests have to be made as a function of the permissible upper and lower ambient temperature values, these ambient temperatures shall be

- for the upper ambient temperature, the maximum ambient temperature in service increased by at least 10 K but at most 15 K;
- for the lower ambient temperature, the minimum ambient temperature in service reduced by at least 5 K but at most 10 K.

23.4.7.2 Tests of enclosures or parts of enclosures in plastic materials

These tests shall be made on two samples which shall be submitted to the tests of thermal endurance to heat (see 23.4.7.3), thermal endurance to cold (see 23.4.7.4) and mechanical tests (see 23.4.7.6) and finally to the tests specific to the type of protection concerned.

23.4.7.3 Thermal endurance to heat

Thermal endurance to heat is determined by submitting the enclosures or parts of enclosures in plastic materials on which the integrity of the type of protection depends to continuous storage for four weeks in an ambience of (90 ± 5) % relative humidity and at a temperature of (20 ± 2) K above the maximum service temperature, but at least 80 °C.

In the case of a maximum service temperature above 75 °C, the period of four weeks specified above shall be replaced by a period of two weeks at (95 ± 2) °C and (90 ± 5) % relative humidity followed by a period of two weeks at a temperature of (20 ± 2) K higher than the maximum service temperature.

23.4.7.4 Thermal endurance to cold

Thermal endurance to cold is determined by submitting the enclosures and parts of enclosures in plastic materials on which the type of protection depends to storage for 24 h in an ambient temperature corresponding to the minimum service temperature, reduced according to 23.4.7.1.

23.4.7.5 Resistance to light

23.4.7.5.1 General

A test of resistance of the material to light shall be made only if the enclosure or parts of the enclosure made of plastics materials are not protected from light.

The test shall be made on six test bars of standard size 50 mm x 6 mm x 4 mm according to ISO 179. The test bars are to be made under the same conditions as those used for the manufacture of the enclosure concerned; these conditions are to be stated in the test report of the electrical apparatus.

The test shall be made in accordance with ISO 4892 in an exposure chamber using a xenon lamp and a sunlight simulating filter system, at a black panel temperature of $(55 \pm 3) ^\circ\text{C}$. The exposure time shall be 1 000 h.

The evaluation criterion is the impact bending strength in accordance with ISO 179. The impact bending strength following exposure in the case of an impact on the exposed side shall be at least 50 % of the corresponding value measured on the unexposed test pieces. For materials whose impact bending strength cannot be determined prior to exposure because no rupture has occurred, not more than three of the exposed test bars may break.

23.4.7.5.2 Tests not applied

If the apparatus is protected from light (for example daylight or light from luminaires) when installed, and the test of 23.4.7.5.1 in consequence is not carried out, the apparatus shall be 'X' marked.

23.4.7.6 Mechanical tests

The mechanical tests specified in 23.4.2 shall be carried out on the enclosures and, additionally, in the case of plastic enclosures, according to 23.4.7.2.

The following detailed conditions shall be observed:

a) test for resistance to impact

The places of impact shall be on the external parts exposed to impact. If the enclosure of non-metallic material is protected by another enclosure, only the external parts of the assembly shall be subjected to the resistance to impact tests.

The test shall first be made at the highest temperature, then at the lowest temperature, according to 23.4.7.1.

b) drop test

The drop test for electrical apparatus which is held in the hand or carried on the person, shall be made at the lowest temperatures, according to 23.4.7.1.

23.4.7.7 Surface resistivity test

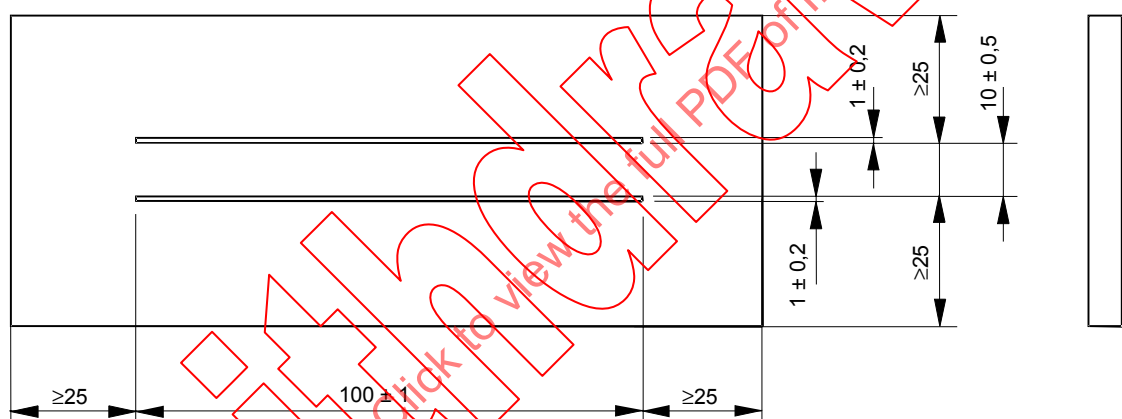
The surface resistivity is tested on the parts of enclosures if size permits, or on a test piece comprising a rectangular plate with dimensions in accordance with Figure 4, on which two parallel electrodes are painted on the surface, using a conducting paint with a solvent that has no significant effect on the surface resistivity.

The test piece shall have an intact surface and shall be cleaned with distilled water, then with isopropyl alcohol (or any other solvent that can be mixed with water and will not affect the material of the test piece), then once more with distilled water before being dried. Untouched by bare hands, it shall then be conditioned for 24 h at the temperature and humidity according to 7.3 of IEC 60079-0. The test shall be carried out under ambient conditions.

The direct voltage applied for 1 min between the electrodes shall be equal to (500 ± 10) V.

During the test, the voltage shall be sufficiently steady so that the charging current due to voltage fluctuation is negligible compared with the current flowing through the test piece.

The surface resistivity is the quotient of the direct voltage applied at the electrodes to the total current flowing between them when the voltage has been applied for 1 min.



IEC 2869/03

Dimensions in millimetres

Figure 4 – Test piece with painted electrodes

23.4.7.8 Ageing test for material used for elastomeric sealing rings

The material used for the manufacture of the sealing rings is prepared in the form of test pieces in accordance with ISO 48 and ISO 1818; the hardness is determined in accordance with the same standards at ambient temperature.

The test piece is then placed in an oven in which the temperature is maintained at (100 ± 5) °C for at least 168 h without interruption; they are then kept for at least 24 h at ambient temperature, then placed in a refrigerator in which the temperature is maintained at (-20 ± 2) °C for at least 48 h without interruption; they are finally kept for at least 24 h at ambient temperature. The hardness is then determined again.

At the end of the test procedure the variation in hardness, expressed in IRHD (international rubber hardness degree) units as specified in the ISO standards given above, shall not exceed 20 % of the hardness before ageing.

Where a cable entry is intended to be used at a temperature above that foreseen in 14.7, the ageing test shall be carried out at a temperature $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ above the declared maximum operating temperature of the cable. Where a cable entry is intended to be used in an ambient temperature below $-20 ^\circ\text{C}$, the test in the refrigerator shall be carried out at the declared minimum ambient temperature with a tolerance of $\pm 2 \text{ K}$.

24 Routine verifications and tests

The manufacturer shall make the routine verifications and tests necessary to ensure that the electrical apparatus produced complies with the specification.

25 Manufacturer's responsibility

By marking the electrical apparatus in accordance with Clause 20, the manufacturer attests on his own responsibility that the electrical apparatus has been constructed in accordance with the applicable requirements of the relevant standards in safety matters, that the routine verifications and tests in Clause 24 have been successfully completed and that the product complies with the specification submitted to the testing station.

26 Verifications and tests on modified or repaired electrical apparatus

Modifications made on the electrical apparatus affecting the integrity of the type of protection or the temperature of the apparatus shall be permitted only if the modified apparatus is re-submitted to a testing station.

NOTE In the case of repairs to electrical apparatus affecting the type of protection, the parts that have been repaired should be subjected to new routine verifications and tests, which need not necessarily be made by the manufacturer.

27 Clamping tests of cable entries for non-armoured and braided cables

27.1 Cable entries with clamping by the sealing ring

27.1.1 Clamping test

Clamping tests shall be carried out using for each type of cable entry two sealing rings; one equal to the smallest admissible size and the other equal to the greatest admissible size.

27.1.2 Elastomeric sealing rings

In the case of elastomeric sealing rings for circular cables, each ring is mounted on a clean, dry, polished cylindrical mild steel mandrel equal to the smallest cable diameter allowable in the ring and specified by the manufacturer of the cable entry.

27.1.3 Non-circular cables

For non-circular cables, the ring shall be mounted on a sample of dry, clean cable of dimensions equal to the size specified by the manufacturer of the cable entry.

27.1.4 Metallic sealing rings

In the case of metallic sealing rings, each ring is mounted on a sample of clean, dry cable of a diameter equal to the smallest diameter allowable in the ring and specified by the manufacturer of the cable entry.

27.1.5 Cable slippage

The sealing ring with the mandrel or cable, as appropriate, is fitted into the cable entry. A torque is then applied to the screws (in the case of a flanged compression element fitted with screws) or to the nut (in the case of a screwed compression element) in order to obtain the compression of the sealing ring and prevent slipping of the mandrel or cable when the force applied to it is of a value, in Newtons, equal to

- twenty times the value in millimetres of the diameter of the mandrel or cable when the cable entry is designed for round cable, or
- six times the value in millimetres of the perimeter of the cable when the cable entry is designed for non-circular cable.

For test conditions and acceptance criteria see 27.4.

NOTE The torque figures referred to above may be determined experimentally prior to the tests or they may be supplied by the manufacturer of the cable entry.

27.2 Cable entries with clamping by filling compound

27.2.1 Clamping test

Clamping tests shall be carried out using two samples of clean, dry cable; one equal to the smallest admissible size and the other equal to the greatest admissible size.

27.2.2 Compound

The filling compound, prepared as stated by the manufacturer of the cable entry, is filled into the available space and the entry is submitted to the tests after the compound has hardened in accordance with the manufacturer's instructions.

27.2.3 Cable slippage

The filling compound shall prevent slippage of the cable when the force applied to it is of a value, in Newtons, equal to

- twenty times the value in millimetres of the diameter of the cable sample when the cable entry is designed for circular cable, or
- six times the value in millimetres of the perimeter of the cable sample when the cable entry is designed for non-circular cable.

27.2.4 Verification

For test conditions and acceptance criteria see 27.4.

27.3 Cable entries with clamping by means of a clamping device

27.3.1 Types of cable

The clamping test shall be carried out using, for each type of cable, entry clamping devices of different permitted sizes.

27.3.2 Samples

Each device is mounted on a sample of clean, dry cable of a diameter allowable in the device and specified by the manufacturer of the cable entry. For non-circular cables, the ring shall be mounted on the sheath of a sample of dry cable with dimensions equal to the size specified for use with the sealing ring.

27.3.3 Test set-up

The clamping device, together with the cable and the sealing ring, whose size is equal to the largest size of cable allowable in that ring and specified by the manufacturer of the cable entry, are then fitted into the cable entry. The entry is then assembled with compression of the sealing ring and tightening of the clamping device. The test procedure shall be carried out according to 27.1.

27.4 Tensile test

27.4.1 Test set-up

The prepared sample is mounted on a tensile testing machine and a constant tensile force equal to that defined above is then applied for 6 h. The test is carried out at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

27.4.2 Verification

The clamping assured by the sealing ring, filling compound or clamping device is acceptable if the slippage of the mandrel or cable sample is not more than 6 mm.

27.5 Mechanical strength

27.5.1 General

After the tensile test, the cable entry is removed from the tensile testing machine and submitted to the following tests and examinations, as appropriate.

27.5.2 Mechanical strength

In the case of cable entries with clamping by sealing ring or a clamping device, a mechanical strength test, on which a torque of 1,5 times the value is needed to prevent slipping, is applied to the screws or nuts (whichever is the case). The cable entry is then dismantled and the components examined. The mechanical strength of the cable entry is acceptable if no deformation affecting the type of protection is found. Any deformation of the sealing rings shall be ignored.

27.5.3 Verification of sealing ring

Where cable entries are manufactured from plastic material, if the prescribed proof torque cannot be met due to temporary deformations of the thread, and no noticeable damage is found, the cable entry shall be deemed to have passed the test.

27.5.4 Verification of compound

In the case of cable entries with clamping by filling compound, the gland is dismantled as far as possible without damaging the filling compound. Upon examination there shall be no physical or visible damage to the filling compound which would affect the type of protection afforded.

28 Clamping tests of cable entries for armoured cables

28.1 Clamping tests where the armourings are clamped by a device within the gland

28.1.1 General

The tests shall be carried out using, for each size of entry, a sample of armoured cable of the smallest size specified.

The sample of armoured cable is fitted into the clamping device of the cable entry. A torque is then applied to the screws (in the case of a flanged clamping device) or to the nut (in the case of a screwed clamping device) in order to compress the clamping device and prevent slipping of the armour when the force applied to it equals a value, in Newtons, of 20 times the value in millimetres of the diameter of the cable over the armour.

NOTE The torque value referred to in the preceding paragraph may be determined experimentally prior to the tests, or may be supplied by the manufacturer of the cable entry.

28.1.2 Tensile test

The prepared sample is mounted on a tensile testing machine and a constant tensile force equal to that defined above is then applied for $120\text{ s} \pm 10\text{ s}$. The test is carried out at an ambient temperature of $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

The clamping assured by the clamping device is acceptable if the slipping of the armour is effectively zero.

28.1.3 Mechanical strength

Where screws and nuts are fitted, they shall be tightened to 1,5 times the values in 28.1.1 and then the cable entry dismantled. The mechanical strength is acceptable if no deformation affecting the type of protection is found.

28.2 Clamping tests where the armourings are not clamped by a device within the gland

The cable entry shall be treated as if of non-armoured type according to 27.1.

29 Marking

29.1 General

The electrical apparatus shall be marked on the main part in a visible place. This marking shall be legible and durable, taking into account possible chemical corrosion.

NOTE In the interest of safety, it is essential that the system of marking indicated below is only applied to electrical apparatus which complies with this standard.

29.2 Marking of all electrical apparatus

The marking shall include the following:

- 1) name of the manufacturer or the registered trade mark;
- 2) manufacturer's type identification;
- 3) the symbol Ex, which indicates that the electrical apparatus corresponds to one or more of the types of protection which are the subject of the specific standards listed in Clause 1;

- 4) the symbol for each type of protection used:
 - "pD": protection by pressurization;
 - "tD": protection by enclosure;
 - "iaD" or "ibD": protection by intrinsic safety;
 - "mD": protection by encapsulation;
- 5) the zone in which the apparatus can be used;

NOTE In addition to marking the zone for enclosures complying with IEC 61241-1, the zone is prefixed with A for Practice A and B for Practice B.
- 6) the degree of protection (IP Code);
- 7) the maximum surface temperature T_s marked as a temperature value;
- 8) where appropriate according to 5.2 the maximum surface temperature T_s shall be shown on the certificate as a temperature value, with the layer depth indicated in millimetres, or with the symbol X;
- 9) where appropriate according to 5.3 the marking shall include either the symbol " T_a " or " T_{amb} " together with the special range of ambient temperature or the symbol X;
- 10) a serial or batch number, but not required for
 - connection accessories (cable and conduit entries, blanking plates, adaptor plates, plugs and sockets and bushings),
 - very small electrical apparatus on which there is limited space;
- 11) where a certificate has been issued, the name or mark of the issuer and the certificate reference in the following form: the last two figures of the year of certification followed by the serial number of the certificate in that year;
- 12) if it is necessary to indicate special conditions for safe use, the symbol "X" shall be placed after the certificate reference. The issuer may accept the use of a warning marking as an alternative to the requirement for the "X" marking;

NOTE The manufacturer should ensure that the requirements of the special conditions for safe use are passed to the purchaser together with any relevant information.
- 13) any additional marking prescribed in the specific standards for the types of protection concerned, as in Clause 1;
- 14) any marking normally required by the standards of construction of the electrical apparatus. This marking need not be verified by the certificate issuer.

29.3 Multiple protection techniques

Where different types of protection are used on different parts of an electrical apparatus, each respective part shall bear the symbol for the type of protection concerned.

Where more than one type of protection is used in an electrical apparatus, the symbol for the main type of protection shall appear first and shall be followed by the symbols for the other types of protection used.

29.4 Order of marking

The markings c) to h) in 29.2 shall be placed in the order in which they are given above.

29.5 Reduced marking

On very small electrical apparatus and on Ex components where there is limited space, the certificate issuer may allow a reduction in the marking but will require at least:

- 15) a) the name or registered trade mark of the manufacturer;
- 16) b) the symbol Ex and the symbol of the type of protection;
- c) the name or mark of the testing station;
- d) the certificate reference if applicable;
- e) for electrical apparatus, the symbol "X" if appropriate; or for Ex components, the symbol "U".

30 Examples of marking

NOTE These examples do not include the marking normally required by the standards for construction of the electrical apparatus (see 29.2 n)) and any additional marking, if required by the specific standard for the type of dust explosion protection.

30.1 Apparatus type of protection "mD" for use in Zone 20

ABC company		Type RST
Serial No. 123456		
NA 01/99999		
Ex mD 20 T120°C		
V	A	Hz

NA = Name or mark of certificate issuer

30.2 Apparatus type of protection "iaD" for use in Zone 20

ABC company		Type XYZ
Serial No. 123456		
NA 01/99999		
Ex iaD 20 T120°C		
V	A	Hz

NA = Name or mark of certificate issuer

30.3 Apparatus type of protection "pD" for use in Zone 21

ABC company		Type KLM
Serial No. 123456		
NA 01/99999		
Ex pD 21 IP65 T120°C		
V	A	Hz

NA = Name or mark of certificate issuer

30.4 Apparatus type of protection "tD", Practice A (see IEC 61241-1); temperature tested under 500 mm dust layer, for use in Zone 21

ABC company		Type RST
Serial No. 987654		
NA 02/1111111		
Ex tD A21 IP65 T225°C T ₅₀₀ 320°C		
V	A	Hz
kW	r/min	

NA = Name or mark of certificate issuer

30.5 Apparatus type of protection "tD", Practice B (see IEC 61241-1) for use in Zone 22

ABC company		Type KLM
Serial No. 123456		
NA 01/99999		
Ex tD B22 T170°C		
V	A	Hz
kW	r/min	

NA = Name or mark of certificate issuer

30.6 Apparatus type of protection "tD", Practice A (see IEC 61241-1) for use in Zone 22

ABC company		Type RST
Serial No. 987654		
NA 01/99999		
Ex tD A22 IP54 T120°C		
V	A	Hz
kW	r/min	

NA = Name or mark of certificate issuer

Bibliography

IEC 60050(426):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 426: Electrical apparatus for explosive atmospheres*

IEC 60050(486):1991, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 486: Secondary cells and batteries*

IEC 61241-2-1:1994, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 2-1: Test methods – Methods for determining the minimum ignition temperatures of dust*

ISO 4225: 1994, *Air quality – General aspects – Vocabulary*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61241-0:2004

Withdrawing

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61241-0:2004

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	56
INTRODUCTION.....	59
1 Domaine d'application	61
2 Références normatives.....	62
3 Termes et définitions	64
4 Construction.....	69
4.1 Généralités.....	69
4.2 Principes de conception et d'essai du matériel utilisé dans la Zone 20.....	69
4.3 Enveloppes à ouverture.....	69
4.4 Conditions d'environnement	70
5 Températures	70
5.1 Température maximale de surface.....	70
5.2 Température maximale de surface relative aux couches de poussières supérieures à 50 mm.....	70
5.3 Température ambiante	70
6 Matériaux des enveloppes.....	71
6.1 Enveloppes non métalliques et parties non métalliques des enveloppes.....	71
6.2 Enveloppes contenant des métaux légers.....	72
7 Fermetures.....	72
7.1 Accès aux parties actives.....	72
7.2 Matériau compatible.....	72
8 Dispositifs de verrouillage.....	73
9 Traversées.....	73
9.1 Prévention contre la rotation.....	73
9.2 Essais de couple.....	73
10 Matériaux utilisés pour l'étanchéité.....	73
10.1 Documentation.....	73
10.2 Stabilité thermique.....	73
10.3 Vérification.....	73
11 Composants Ex.....	73
11.1 Généralités.....	73
11.2 Montage.....	74
11.3 Montage à l'intérieur.....	74
11.4 Montage à l'extérieur.....	74
12 Dispositifs de connexion et compartiments à bornes.....	74
12.1 Câbles fixes	74
12.2 Accès aux bornes.....	74
12.3 Ligne de fuite et distance dans l'air	74
13 Dispositifs de connexion pour les conducteurs de mise à la terre et de liaison équipotentielle.....	74
13.1 Connexion interne	74
13.2 Connexion externe	75
13.3 Moyen de connexion non requis	75
13.4 Connexion physique	75

13.5	Intégrité de contact.....	75
13.6	Influence de l'environnement.....	75
13.7	Utilisation de métaux légers	75
14	Entrées de câble et de conduit	76
14.1	Usage prévu.....	76
14.2	Construction.....	76
14.3	Partie intégrante du matériel	76
14.4	Prévention du vrillage.....	76
14.5	Méthodes de fixation	76
14.6	Éléments d'obturation.....	76
14.7	Températures du point de branchement	76
15	Matériels rayonnants	77
15.1	Pour les lasers et autres sources en onde entretenue	77
15.2	Sources d'ultrasons.....	78
16	Exigences supplémentaires pour les matériels électriques spécifiques – Machines tournantes électriques	78
16.1	Ouvertures de ventilation pour ventilateurs externes	78
16.2	Construction et montage des systèmes de ventilation.....	78
16.3	Jeux relatifs aux systèmes de ventilation utilisés en Zones 20 ou 21	78
16.4	Matériaux pour les ventilateurs externes et les carters des ventilateurs.....	79
17	Appareillage de connexion	79
17.1	Diélectrique inflammable	79
17.2	Verrouillage.....	79
17.3	Indication de la position d'ouverture	79
17.4	Ouvertures	79
18	Fusibles	80
19	Prises de courant	80
19.1	Construction des prises de courant	80
19.2	Prises de courant boulonnées	82
19.3	Pour les Zones 21 et 22	82
19.4	Prises de courant alimentées	82
20	Luminaires	82
20.1	Capots translucides.....	82
20.2	Protections.....	82
20.3	Montage.....	82
20.4	Couvercles	82
20.5	Parties restant alimentées	83
20.6	Types de lampes	83
21	Lampes-chapeaux, lampes sur casques et lampes baladeuses.....	83
21.1	Fuites.....	83
21.2	Enveloppes séparées	83
22	Matériels comportant des piles et des accumulateurs	83
22.1	Généralités.....	83
22.2	Connexion des éléments	83
22.3	Caractéristiques	83
22.4	Compatibilité	85
22.5	Limites	85
22.6	Ensembles d'éléments.....	85

22.7	Interchangeabilité.....	85
22.8	Recharge	85
22.9	Eléments différents	85
22.10	Fuites	86
22.11	Méthode de connexion	86
22.12	Orientation	86
22.13	Identification de remplacement.....	86
23	Vérification et essais	86
23.1	Généralités.....	86
23.2	Vérification des documents.....	86
23.3	Conformité du prototype ou de l'échantillon avec les documents.....	86
23.4	Essais de type.....	86
24	Vérifications et essais individuels de série.....	93
25	Responsabilité du fabricant	93
26	Vérifications et essais sur un matériel électrique modifié ou réparé.....	93
27	Essais de serrage des entrées de câble pour câbles non armés et tressés.....	93
27.1	Entrées de câble avec serrage par la bague d'étanchéité.....	93
27.2	Entrées de câble avec retenue par composé de remplissage.....	94
27.3	Entrées de câble avec serrage à l'aide d'un dispositif de bridage	94
27.4	Essais de traction.....	95
27.5	Résistance mécanique	95
28	Essais de serrage des entrées de câble pour câbles armés.....	96
28.1	Essais de serrage dans le cas où les armatures sont maintenues par un dispositif intégré au presse-étoupe.....	96
28.2	Essais de serrage dans le cas où les armatures ne sont pas maintenues par un dispositif intégré au presse-étoupe.....	96
29	Marquages	96
29.1	Généralités.....	96
29.2	Marquage de tous les matériels électriques.....	96
29.3	Techniques de protection multiples	97
29.4	Ordre du marquage	98
29.5	Marquage abrégé	98
30	Exemples de marquages	98
30.1	Mode de protection de matériel "mD" pour utilisation en Zone 20	98
30.2	Mode de protection de matériel "iaD" pour utilisation en Zone 20	98
30.3	Mode de protection de matériel "pD" pour utilisation en Zone 21	99
30.4	Mode de protection de matériel "tD", Méthode A (voir la CEI 61241-1); température essayée sous une couche de poussières de 500 mm, pour utilisation en Zone 21	99
30.5	Mode de protection de matériel "tD", Méthode B (voir la CEI 61241-1) pour utilisation en Zone 22.....	99
30.6	Mode de protection de matériel "tD", Méthode A (voir la CEI 61241-1) pour utilisation en Zone 22.....	99
	Bibliographie.....	100

Figure 1 – Illustration des points d'entrée et des points de branchement.....	77
Figure 2 – Tolérances et jeu pour attaches filetés	81
Figure 3 – Surface de contact sous la tête d'une attache à tige courte	81
Figure 4 – Pièce d'essai avec les électrodes peintes	92
Tableau 1 – Températures ambiantes en service et marquage supplémentaire	70
Tableau 2 – Sections minimales des conducteurs de protection	75
Tableau 3 – Piles	84
Tableau 4 – Accumulateurs	85
Tableau 5 – Essais de résistance au choc mécanique	87
Tableau 6 – Couple à appliquer au corps de la traversée utilisée pour les dispositifs de connexion	89

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MATÉRIELS ÉLECTRIQUES POUR UTILISATION
EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES COMBUSTIBLES –****Partie 0: Exigences générales****AVANT-PROPOS**

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

La Norme Internationale CEI 61241-0 a été préparée par le sous-comité 31H: Matériels destinés à être utilisés en présence de poussières inflammables, du comité d'études 31 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives.

Cette première édition de la CEI 61241-0, avec la CEI 61241-1, annule et remplace la CEI 61241-1-1 (1999) et constitue une révision technique.

Cette norme, ainsi que les autres parties de la série, a été développée pour aligner les méthodes de protection associées aux matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles avec les méthodes de protection définies dans la série de normes CEI 60079, lorsque c'est possible.

Le texte de cette norme est basé sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31H/173/FDIS	31H/178/RVD

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

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

La CEI 61241 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles*:

- Partie 0: Exigences générales
- Partie 1: Protection par enveloppes 'tD'
- Partie 2: Type de protection 'pD'
- Partie 10: Classification des zones où les poussières combustibles sont ou peuvent être présentes
- Partie 11: Protection par sécurité intrinsèque 'iD'¹
- Partie 14: Sélection et installation
- Partie 17: Inspection et maintenance des installations électriques situées en emplacements dangereux (autres que les mines)²
- Partie 18: Protection par encapsulage 'mD'
- Partie 20³: Méthodes d'essai
- Partie 20-1: Méthode de détermination des températures minimales d'inflammation des poussières
- Partie 20-2: Méthode de détermination de la résistivité électrique des couches de poussière
- Partie 20-3: Méthode de détermination de l'énergie minimale d'inflammation des mélanges air/poussières.

NOTE Dans ce document, toutes les références à la série CEI 61241 suivent la renumérotation proposée pour les normes de poussière convenue par le SC31H et le CE31. Il peut être nécessaire de modifier ces numéros si les normes en question ne sont pas encore publiées.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de novembre 2005 a été pris en considération dans cet exemplaire.

¹ A publier.

² A publier.

³ A l'étude.

TABLEAU DE RÉFÉRENCES

Norme existante	Nouveau numéro assigné	Sujet	Date de changement prévue
CEI 61241-1-1	CEI 61241-0	Exigences générales	2004
	CEI 61241-1	Protection par enveloppes	2004
CEI 61241-1-2	CEI 61241-14	Sélection et installation	2004
CEI 61241-2-1	CEI 61241-20-1	Méthodes d'essai	2005
CEI 61241-2-2	CEI 61241-20-2	Méthodes d'essai	2005
CEI 61241-2-3	CEI 61241-20-3	Méthodes d'essai	2005
CEI 61241-3	CEI 61241-10	Classification	2004
CEI 61241-4	CEI 61241-2	Protection par surpression interne	2005
	CEI 61241-11	Protection par sécurité intrinsèque	2005
	CEI 61241-17	Inspection et maintenance	2004
	CEI 61241-18	Protection par encapsulage	2004
	CEI 61241-19	Réparations et révision	2006

INTRODUCTION

De nombreuses poussières qui sont générées, traitées, manipulées et stockées sont combustibles. Une fois enflammées, elles peuvent brûler rapidement et avec un pouvoir explosif considérable si elles sont mélangées à de l'air, dans certaines proportions. Il est souvent nécessaire d'utiliser du matériel électrique dans des lieux où de tels matériaux combustibles sont présents, et des précautions appropriées doivent donc être prises pour s'assurer que tous ces matériels sont protégés correctement afin de réduire la probabilité d'inflammation de l'atmosphère explosive externe. Dans un matériel électrique, les sources d'inflammation potentielles comprennent les arcs et les étincelles électriques, les surfaces chaudes et les étincelles dues aux frictions.

Les emplacements où les poussières, les particules en suspension et les fibres sont contenues dans l'air en quantités dangereuses sont classés comme étant à risque et sont divisés en 3 zones selon le niveau de risque.

D'une façon générale, la sécurité électrique est assurée par la mise en oeuvre d'une des deux considérations suivantes: le matériel électrique est situé à l'extérieur des zones dangereuses, lorsque cela est raisonnablement réalisable ou bien le matériel électrique est conçu, installé et maintenu selon les exigences recommandées pour l'emplacement dans lequel il est situé.

Les poussières combustibles peuvent être enflammées par le matériel électrique principalement de plusieurs manières:

- par les surfaces du matériel dont la température est supérieure à la température minimale d'inflammation de la poussière considérée. La température à laquelle une poussière donnée s'enflamme varie en fonction des propriétés de la poussière – qu'elle se présente sous forme de nuage ou en couche –, de l'épaisseur de la couche, ainsi que de la géométrie de la source de chaleur;
- par la formation d'arcs ou d'étincelles engendrée par des éléments électriques tels que des interrupteurs, des contacts, des commutateurs, des balais ou autres;
- par la décharge de charges électrostatiques accumulées;
- par de l'énergie rayonnée (par exemple des rayonnements électromagnétiques);
- par des étincelles dues à des phénomènes mécaniques ou de friction, ou par l'échauffement associé au matériel.

Pour éviter les risques d'inflammation, il est nécessaire que

- la température des surfaces, sur lesquelles de la poussière peut se déposer ou qui peuvent entrer en contact avec un nuage de poussières, soit maintenue à un niveau inférieur à la limite de température spécifiée dans la présente norme;
- tous les éléments à l'origine d'étincelles électriques ou éléments dont la température dépasse la température limite spécifiée par la CEI 61241-14
 - soient contenus dans une enveloppe qui protège de manière satisfaisante contre la pénétration de poussières, ou bien
 - l'énergie dans les circuits électriques soit limitée pour éviter la formation d'arcs, d'étincelles ou de températures susceptibles d'enflammer des poussières combustibles;
- toutes autres sources d'inflammation soient évitées.

La conformité à la présente norme n'assurera le niveau de sécurité prescrit que si le matériel électrique est utilisé dans les limites de ses caractéristiques assignées, que s'il est installé et entretenu conformément aux codes de bonnes pratiques ou exigences correspondants, par exemple pour ce qui concerne la protection contre des surintensités, des courts-circuits internes et autres défaillances électriques. Il est notamment essentiel que la gravité et la durée d'une défaillance interne ou externe soient limitées à des valeurs que le matériel électrique est en mesure de supporter sans subir de dommage.

Plusieurs techniques sont disponibles pour la protection contre l'explosion des matériels électriques dans les zones dangereuses. Cette norme décrit les caractéristiques de sécurité de ces modes de techniques de protection contre l'explosion et spécifie les procédures d'installation à adopter. Il est de la plus grande importance que les procédures correctes de choix et d'installation soient suivies pour assurer une utilisation du matériel électrique en toute sécurité dans les zones dangereuses.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61241-0:2004

Withdrawn

MATÉRIELS ÉLECTRIQUES POUR UTILISATION EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES COMBUSTIBLES –

Partie 0: Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61241 spécifie les exigences générales de conception, de construction, d'essais et de marquage des matériels électriques protégés par toute technique reconnue pour une utilisation dans des zones où de la poussière combustible peut être présente en quantités qui pourraient conduire à un risque d'explosion ou à un risque d'incendie.

La présente norme est complétée ou modifiée par les parties suivantes de la CEI 61241 pour ce qui concerne les modes spécifiques de protection:

- Partie 1: Protection par enveloppes 'tD'
- Partie 2: Protection par surpression interne 'pD' (à l'étude)
- Partie 11: Matériels à sécurité intrinsèque 'iD'
- Partie 18: Protection par encapsulage 'mD'

NOTE La CEI 61241-14 donne des directives quant à la sélection et à l'installation du matériel. Le matériel entrant dans le champ d'application de cette norme peut également être soumis aux exigences complémentaires d'autres normes – par exemple de la CEI 60079-0.

La mise en oeuvre de matériels électriques dans des atmosphères qui peuvent contenir des gaz explosifs ainsi que des poussières combustibles, que ce soit simultanément ou séparément, nécessite l'application de mesures de protection supplémentaires.

La présente norme ne spécifie pas de exigences de sécurité autres que celles directement liées au risque d'explosion.

Lorsque le matériel doit satisfaire à d'autres conditions environnementales, par exemple la protection contre l'entrée d'eau et la résistance à la corrosion, des méthodes additionnelles de protection peuvent être nécessaires. La méthode utilisée ne doit pas compromettre l'intégrité de l'enveloppe.

La présente norme ne s'applique ni aux poussières d'explosifs, dont la combustion ne requiert pas d'oxygène atmosphérique, ni aux substances pyrophoriques.

La présente norme n'est pas applicable aux matériels électriques destinés à être utilisés dans les parties souterraines des mines, ni dans les parties des installations de surface de ces mines, menacées par le grisou et/ou par des poussières combustibles.

Cette norme ne tient pas compte des risques, quels qu'ils soient, dus à une émission de gaz inflammable ou toxique provenant de la poussière.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60034-5:2000, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale des machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

CEI 60079-0:2004, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 0: Règles générales*

CEI 60079-7:2001, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 7: Sécurité augmentée "e"*

CEI 60079-11:1999, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 11: Sécurité intrinsèque "i"*

CEI 60086-1:2000, *Piles électriques – Généralités* (disponible en anglais seulement)

CEI 60095 (toutes les parties), *Batteries d'accumulateurs de démarrage au plomb*

CEI 60192:2001, *Lampes à vapeur de sodium à basse pression – Prescriptions de performance*

CEI 60216-1:2001, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai*

CEI 60216-2:1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Partie 2: Choix de critères d'essai*

CEI 60243-1:1998, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

CEI 60285:1993, *Accumulateurs alcalins – Éléments individuels cylindriques rechargeables étanches au nickel-cadmium⁴*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60623:2001, *Accumulateurs alcalins ou autres accumulateurs à électrolyte non acide - Éléments individuels parallélépipédiques rechargeables ouverts au nickel-cadmium*

CEI 60662:1980, *Lampes à vapeur de sodium à haute pression*

CEI 60947-3:1999, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

CEI 61056 (toutes les parties), *Batteries d'accumulateurs au plomb-acide pour usage général (types à soupapes)*

⁴ Annulée et remplacée par la CEI 61951-1 (2003).

CEI 61150:1992, *Accumulateurs alcalins – Batteries monobloc d'éléments boutons rechargeables étanches au nickel-cadmium*

CEI 61241-1:—, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 1 : Protection par enveloppes "tD"*

CEI 61241-14:—, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 14: Sélection et installation*

ISO 48:1994, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination de la dureté (dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC)*

ISO 178:2001, *Plastiques – Détermination des propriétés en flexion*

ISO 179 (toutes les parties), *Plastiques – Détermination des caractéristiques au choc Charpy*

ISO 262:1998, *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Sélection de dimensions pour la boulonnerie*

ISO 273:1979, *Éléments de fixation – Trous de passage pour vis*

ISO 286-2:1998, *Système ISO de tolérances et d'ajustements – Partie 2: Tables des degrés de tolérance normalisés et des écarts limites des alésages et des arbres*

ISO 527 (toutes les parties), *Plastiques – Détermination des propriétés de traction*

ISO 965 (toutes les parties), *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Tolérances*

ISO 1818:1975, *Caoutchoucs vulcanisés de basse dureté (10 à 35 D.I.D.C.) – Détermination de la dureté*⁵

ISO 4014:1999, *Vis à tête hexagonale partiellement filetées – Grades A et B*

ISO 4017:1999, *Vis à tête hexagonale entièrement filetées – Grades A et B*

ISO 4026:2003, *Vis sans tête à six pans creux, à bout plat*

ISO 4027:2003, *Vis sans tête à six pans creux, à bout tronconique*

ISO 4028:2003, *Vis sans tête à six pans creux, à tétou*

ISO 4029:2003, *Vis sans tête à six pans creux, à bout cuvette*

ISO 4032:1999, *Écrous hexagonaux, style 1 – Grades A et B*

ISO 4762:1997, *Vis à tête cylindrique à six pans creux*

ISO 4892 (toutes les parties), *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire*

⁵ Norme supprimée.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

poussière(s)

petites particules solides incluant fibres et particules en suspension dans l'atmosphère, qui se déposent sous l'effet de leur propre poids, mais qui peuvent rester en suspension dans l'air un certain temps (comprend la poussière et les grains tels que définis dans l'ISO 4225)

3.2

poussière(s) combustible(s)

poussières, fibres ou particules en suspension, qui peuvent brûler ou se consumer dans l'air et qui sont susceptibles de former les mélanges explosifs avec l'air dans des conditions de pression atmosphérique et de température normales

3.3

poussière(s) conductrice(s)

poussières, fibres ou particules en suspension avec une résistivité électrique égale ou inférieure à $10^3 \Omega \cdot m$

3.4

atmosphère explosive poussiéreuse

mélange d'air, dans des conditions atmosphériques, avec des substances inflammables sous forme de poussières, de fibres ou de particules en suspension dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

[VEI 426-02-04, modifiée]

3.5

température minimale d'inflammation d'une couche de poussière

plus basse température d'une surface chaude à laquelle l'inflammation se produit dans une couche de poussière d'épaisseur spécifiée présente sur cette surface chaude

[3.3 de la CEI 61241-2-1, modifiée]

3.6

température minimale d'inflammation d'un nuage de poussières

plus basse température d'une paroi intérieure chaude d'un four à laquelle l'inflammation d'un nuage de poussières se produit, dans l'air contenu à l'intérieur de ce four

[3.5 de la CEI 61241-2-1, modifiée]

3.7

matériel électrique

éléments impliqués dans leur ensemble ou en partie dans l'utilisation de l'énergie électrique

NOTE Ceux-ci incluent, entre autres, des éléments de génération, de transmission, de distribution, de stockage, de mesure, de régulation, de conversion et consommant de l'énergie électrique, et des éléments pour les télécommunications.

3.8

caractéristiques assignées

ensemble des valeurs assignées et des conditions de fonctionnement

3.9**enveloppe**

toutes parois, portes, capots, entrées de câble, tiges, broches, axes, etc., qui contribuent au mode de protection et/ou au degré de protection (IP) du matériel électrique

3.10**enveloppe étanche aux poussières**

enveloppe capable d'éviter la pénétration de toutes particules de poussière observables

3.11**enveloppe protégée contre les poussières**

enveloppe n'évitant pas entièrement la pénétration de poussière, mais dans laquelle la poussière ne peut entrer en quantité suffisante pour affecter le fonctionnement en toute sécurité du matériel

NOTE Il convient que la poussière ne s'accumule pas en un point à l'intérieur de l'enveloppe où elle serait susceptible d'engendrer un risque d'inflammation.

3.12**mode de protection**

mesures spécifiques appliquées au matériel électrique pour éviter l'inflammation d'une atmosphère explosive environnante par ce matériel

3.13**température maximale de surface**

température la plus élevée, atteinte par toute partie de la surface d'un matériel électrique lorsqu'il est soumis à l'essai dans les conditions définies sans poussières ou avec couche de poussière, à la température ambiante maximum spécifiée

NOTE Cette température est atteinte dans les conditions d'essai. L'augmentation de l'épaisseur de la couche peut entraîner une augmentation de la température en raison des propriétés d'isolation thermique de la poussière.

3.14**température maximale admissible de surface**

température la plus élevée qu'une surface de matériel électrique est autorisée à atteindre, en service effectif, pour éviter l'inflammation

NOTE La température maximale admissible de surface dépendra du type de poussière, s'il s'agit d'un nuage ou d'une couche et dans ce dernier cas de son épaisseur, et de l'application d'un coefficient de sécurité (voir Article 6 de la CEI 61241-14).

3.15**zones**

emplacements répertoriés, où il peut y avoir des atmosphères explosives poussiéreuses, qui sont divisées en différentes catégories basées sur la fréquence et la durée d'apparition des atmosphères air/poussières explosives

3.16**Zone 20**

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

3.17**Zone 21**

emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous forme d'un nuage de poussières combustibles dans l'air est susceptible de se former occasionnellement en service normal

3.18

Zone 22

emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous forme d'un nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se former en service normal, et où une telle formation, si elle se produit, ne peut subsister que pendant une courte période seulement

3.19

entrée de câble

dispositif permettant l'introduction d'un ou de plusieurs câbles électriques et/ou de fibres optiques dans un matériel électrique, afin de maintenir le mode de protection approprié

3.20

entrée de conduit

moyen d'introduire un conduit dans un matériel électrique afin de maintenir le mode de protection approprié

3.21

élément de compression

élément d'une entrée de câble agissant sur la bague d'étanchéité pour permettre à cette dernière de remplir sa fonction

3.22

dispositif de bridage

élément d'une entrée de câble destiné à éviter que la tension ou la torsion du câble ne soit transmise aux connexions

3.23

bague d'étanchéité

bague utilisée dans une entrée de câble ou de conduit pour assurer l'étanchéité de l'entrée du câble ou du conduit

3.24

compartiment à bornes

compartiment ou partie distincte d'une enveloppe principale, communiquant ou non avec l'enveloppe principale, et contenant les dispositifs de connexion

3.25

dispositifs de connexion

bornes, vis et autres pièces, utilisées pour le raccordement électrique des conducteurs des circuits externes

3.26

traversée

dispositif isolant servant à faire passer un ou plusieurs conducteurs à travers une paroi interne ou externe d'une enveloppe

3.27

élément

ensemble d'électrodes et d'électrolyte qui constitue la plus petite unité électrique d'une batterie d'accumulateurs ou d'une pile

3.28

élément de pile ou pile

système électrochimique capable de produire de l'énergie électrique par réaction chimique

3.29**élément d'accumulateur ou accumulateur**

système électrochimique, électriquement rechargeable, capable de stocker de l'énergie électrique et de la restituer par réaction chimique

3.30**élément d'accumulateur ou accumulateur ouvert**

élément d'accumulateur ou accumulateur ayant un opercule pourvu d'une ouverture par laquelle les produits gazeux peuvent s'échapper

[VEI 486-01-18, modifiée]

3.31**élément d'accumulateur ou accumulateur étanche à soupape**

élément d'accumulateur ou accumulateur fermé dans les conditions normales, mais comportant un dispositif qui permet la libération du gaz si sa pression interne dépasse une valeur prédéterminée

NOTE Habituellement, l'élément ne peut pas recevoir d'adjonction d'électrolyte.

[VEI 486-01-20, modifiée]

3.32**élément d'accumulateur ou accumulateur étanche scellé**

élément d'accumulateur ou accumulateur qui reste fermé et ne libère pas de gaz ou de liquide lorsqu'il fonctionne dans les limites de charge ou de température spécifiées par le fabricant

[VEI 486-01-21, modifiée]

NOTE 1 Ces éléments et accumulateurs peuvent être équipés d'un dispositif de sécurité pour éviter que la pression interne n'augmente dangereusement. L'élément ou l'accumulateur ne nécessite pas d'adjonction d'électrolyte et est conçu pour fonctionner pendant toute sa vie, scellé, dans son état d'origine.

NOTE 2 La définition ci-dessus est issue de l'EN 50020. Elle diffère de la définition VEI 486-01-20 et VEI 486-01-21 en vertu du fait qu'elle s'applique à un élément ou à un accumulateur.

3.33**pile ou batterie d'accumulateurs**

ensemble de deux éléments ou plus, électriquement connectés entre eux, pour augmenter la tension ou la capacité

NOTE Lorsque les termes "élément" ou "éléments" sont utilisés, le texte se rapporte à des éléments individuels uniques. Lorsque les termes "pile ou batterie d'accumulateurs" ou "piles ou batteries d'accumulateurs" sont utilisés, le texte se rapporte à la fois à des éléments et à des batteries d'accumulateurs.

3.34**capacité**

quantité d'électricité ou de charge électrique qu'une pile ou batterie d'accumulateurs complètement chargée peut fournir dans des conditions spécifiées

3.35**tension nominale (d'un élément ou d'une batterie d'accumulateurs)**

tension spécifiée par le fabricant

3.36**tension maximale en circuit ouvert (d'un élément ou d'une batterie d'accumulateurs)**

tension correspondant à la tension maximale possible dans des conditions normales, c.-à-d., celle d'un élément de pile neuf, ou d'un élément d'accumulateur juste après une charge complète

NOTE Voir le Tableau 3 et le Tableau 4, qui donnent la tension maximale en circuit ouvert pour des éléments courants.

3.37

charge

action de forçage d'un courant dans un élément d'accumulateur ou accumulateur dans la direction opposée au flux normal, pour re-embasiner l'énergie stockée à l'origine

3.38

charge inverse

action de forçage d'un courant à travers un élément de pile ou un élément d'accumulateur dans la même direction que celle du flux normal

NOTE Par exemple, dans une pile usagée.

3.39

décharge complète

se rapporte à un événement qui réduit la tension d'un élément en dessous de celle recommandée par le fabricant de l'élément ou de la batterie d'éléments

3.40

élément (ou batterie d'éléments) de sécurité intrinsèque (ihs)

élément de pile ou pile dans laquelle le courant de court-circuit et la température maximale de surface sont limités à une valeur de sécurité par sa résistance interne

3.41

composant Ex

pièce de matériel électrique pour atmosphères potentiellement explosives, qui n'est pas prévue pour être utilisée seule dans de telles atmosphères et qui nécessite une certification supplémentaire une fois incorporée aux matériels électriques ou aux systèmes utilisés en atmosphères potentiellement explosives

3.42

symbole "X"

symbole utilisé comme suffixe à une référence de certificat pour signaler des conditions particulières d'utilisation en toute sécurité

3.43

symbole "U"

symbole utilisé comme suffixe à une référence de certificat pour signaler un composant Ex

NOTE Il convient de ne pas utiliser les symboles "X" et "U" ensemble.

3.44

certificat

document qui garantit que le matériel est en conformité avec les exigences, les essais de type et, si approprié, les essais individuels de série référencés dans la présente norme

NOTE 1 Un certificat peut concerner un matériel Ex ou un composant Ex.

NOTE 2 Un certificat peut être produit par le fabricant, l'utilisateur ou une tierce partie, par exemple un organisme notifié IEC Ex, un organisme notifié national ou une personne autorisée.

4 Construction

4.1 Généralités

Les matériels électriques destinés à être utilisés en atmosphères poussiéreuses potentiellement explosives doivent satisfaire aux exigences de cette norme.

NOTE Si le matériel électrique doit résister, en particulier, à des conditions de service défavorables (par exemple à une manipulation peu soignée, aux effets de l'humidité, aux variations de température ambiante, aux effets des agents chimiques, à la corrosion), il convient que ces dernières soient spécifiées par l'utilisateur au fabricant et elles ne sont pas de la responsabilité du centre d'essais.

4.2 Principes de conception et d'essai du matériel utilisé dans la Zone 20

Le matériel utilisé dans la Zone 20 nécessite des dispositions spéciales.

Le matériel doit être conçu pour être capable de fonctionner en conformité avec les paramètres opérationnels établis par le fabricant et de garantir un niveau de protection très élevé.

Le matériel en Zone 20 est prévu pour être utilisé en des endroits dans lesquels les atmosphères explosives provoquées par des mélanges air/poussières sont continuellement présentes, pendant de longues périodes ou fréquemment. Le matériel, dans cette zone, doit garantir le niveau de protection requis, même en cas d'incidents rares relatifs aux équipements, et est caractérisé par des moyens de protection tels que

- en cas de défaillance d'un moyen de protection au moins un second moyen indépendant procure le niveau de protection requis; ou bien
- le niveau de protection requis est garanti au cas où deux défaillances se produiraient indépendamment l'une de l'autre.

Les exigences spéciales concernant la Zone 20 doivent être étudiées dans des conditions de fonctionnement simulées, comme cela est indiqué par le fabricant.

NOTE 1 Les matériels mettant en œuvre des techniques de mesure et de contrôle (par exemple instruments de mesure, capteurs, commandes) sont des applications typiques soumises à des couches de poussières excessives.

NOTE 2 Il convient que les matériels électrotechniques (tels que les moteurs, les luminaires, les fiches et les prises de courant) soient placés en dehors de ces zones, partout où cela est applicable.

4.3 Enveloppes à ouverture

Les enveloppes à utiliser dans la Zone 20 ou 21 pouvant être ouvertes plus rapidement que le temps nécessaire

- pour permettre à des condensateurs contenus dans l'enveloppe, chargés sous une tension de 200 V ou plus, de se décharger à une valeur d'énergie résiduelle de 0,2 mJ; ou à un niveau d'énergie résiduelle de 0,4 mJ, si la tension de charge est inférieure à 200 V; ou
- pour permettre le refroidissement des composants chauds contenus dans l'enveloppe, jusqu'à une température de surface inférieure à celle de la classe de température du matériel électrique

doivent être identifiées/marquées par l'avertissement suivant ou un avertissement équivalent:

"APRÈS AVOIR COUPÉ LE COURANT, ATTENDRE X MINUTES AVANT L'OUVERTURE"

"X" étant la valeur en minutes de l'attente requise.

Le matériel peut aussi être identifié/marqué par l'avertissement suivant:

"NE PAS OUVRIR EN PRÉSENCE D'UNE ATMOSPHÈRE POUSSIÉREUSE EXPLOSIVE".

4.4 Conditions d'environnement

Lorsque le matériel doit satisfaire à d'autres conditions environnementales, par exemple, la protection contre l'entrée d'eau et la résistance à la corrosion, la méthode de protection utilisée ne doit pas compromettre l'intégrité de l'enveloppe.

5 Températures

5.1 Température maximale de surface

En ce qui concerne le matériel électrique, la température maximale de surface doit être spécifiée dans la documentation appropriée selon 23.2.

Cette température maximale de surface doit être aménagée et marquée selon 29.2 g) et doit être

- définie par la température maximale de surface réelle; ou, le cas échéant,
- limitée à la poussière combustible spécifique pour laquelle le matériel est prévu.

5.2 Température maximale de surface relative aux couches de poussières supérieures à 50 mm

En plus de la température maximale de surface requise en 5.1, cette dernière peut être indiquée pour une épaisseur donnée de la couche de poussières T_L , entourant tous les côtés du matériel, sauf indication contraire dans la documentation, et être marquée selon 29.2 h).

5.3 Température ambiante

Le matériel électrique doit normalement être conçu pour être utilisé dans la gamme des températures ambiantes comprises entre -20 °C et $+40\text{ °C}$; dans ce cas, aucun marquage supplémentaire n'est nécessaire.

Lorsque le matériel électrique est conçu pour être utilisé dans une gamme de températures ambiantes différente, il est considéré comme spécial; la gamme de températures ambiantes doit alors être indiquée par le fabricant et spécifiée dans le certificat; le marquage doit alors inclure soit le symbole " T_a " ou " T_{amb} " ainsi que la gamme de températures ambiantes particulière, soit, si cela n'est pas réalisable, le symbole "X" placé après la référence du certificat, selon 29.2 l) (voir le Tableau 1).

Tableau 1 – Températures ambiantes en service et marquage supplémentaire

Matériel électrique	Températures ambiantes en service	Marquage supplémentaire
Normal	Maximum: $+40\text{ °C}$, Minimum: -20 °C	Aucun
Spécial	Indiqué par le fabricant et spécifié dans le certificat	T_a ou T_{amb} avec la gamme particulière, par exemple " $-30\text{ °C} \leq T_a \leq +40\text{ °C}$ " ou le symbole "X"

6 Matériaux des enveloppes

6.1 Enveloppes non métalliques et parties non métalliques des enveloppes

Les exigences suivantes s'appliquent aux enveloppes non métalliques et aux parties non métalliques des enveloppes dont dépend le mode de protection. En outre, les exigences de 23.4.6 s'appliquent aux enveloppes destinées à être utilisées dans les Zones 20 ou 21.

6.1.1 Spécification du matériau

Les documents soumis au fabricant doivent spécifier le matériau et le processus de fabrication de l'enveloppe ou de la partie de l'enveloppe.

6.1.2 Matériaux plastiques

La spécification pour les matériaux plastiques doit inclure

- a) le nom du fabricant;
- b) la référence exacte et complète du matériau, y compris sa couleur, le pourcentage des matériaux de charge et, le cas échéant, de tous les autres additifs;
- c) les traitements de surface éventuels tels que vernis, etc.;
- d) l'indice de température "IT" correspondant au point 20 000 h sur le graphique d'endurance thermique, sans perte de résistance à la flexion supérieure à 50 %, déterminé selon la CEI 60216-1 et la CEI 60216-2 et basé sur la propriété de flexion, selon l'ISO 178. Si le matériau ne casse pas lors de cet essai avant exposition à la chaleur, l'indice doit être basé sur la résistance à la traction selon l'ISO 527, avec les éprouvettes d'essai de type 1.

Les données qui définissent ces caractéristiques doivent être fournies par le fabricant du matériel.

6.1.3 Vérification de conformité

Il n'est pas nécessaire de faire appel à un organisme d'essais pour vérifier la conformité du matériau avec sa spécification.

6.1.4 Endurance thermique

6.1.4.1 Indice de température

Pour les matériels des Zones 20 et 21, les matériaux plastiques doivent avoir un indice de température "IT" correspondant au point 20 000 h, d'au moins 20 K supérieur à la température du point le plus chaud de l'enveloppe ou de la partie de l'enveloppe (voir 23.4.6.1), pour la température ambiante maximale de service.

Pour les matériels de la Zone 22, les matériaux plastiques doivent avoir un indice de température IT correspondant au point 20 000 h (voir la CEI 60216-1 et la CEI 60216-2) ou une température de fonctionnement en régime continu (COT) d'au moins 10 K supérieure à la température du point le plus chaud de l'enveloppe, pour la température ambiante maximale de service, en fonction des données fournies par le fabricant du matériel.

6.1.4.2 Endurance à la chaleur, au froid et à la lumière

L'endurance à la chaleur, au froid et à la lumière, des enveloppes ou des parties d'enveloppes, en matériaux plastiques, doit être satisfaisante (voir 23.4.6.3, 23.4.6.4 et 23.4.6.5 respectivement).

6.1.5 Charges électrostatiques

Les charges électrostatiques sur des enveloppes ou sur des parties d'enveloppes en matériaux plastiques destinées à être utilisées dans les Zones 20 ou 21 doivent être limitées par ce qui suit.

6.1.5.1 Caractéristiques des matériaux

Les matériels en matériaux plastiques doivent être conçus de manière à ce que dans des conditions normales d'utilisation, le danger d'inflammation dû à la propagation des décharges en aigrettes soit évité.

Cela peut être réalisé en utilisant du plastique qui ne soit pas renforcé/chargé avec un matériau conducteur. Si cependant tel est le cas, il doit avoir une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:

- résistivité superficielle $\leq 10^9 \Omega$, essayée conformément à 23.4.6.7;
- tension de claquage ≤ 4 kV (mesurée à travers l'épaisseur du matériau isolant, selon la méthode décrite dans la CEI 60243-1);
- épaisseur de l'isolation externe ≥ 8 mm sur les pièces métalliques. (Les couches de plastique externes de 8 mm et plus sur les pièces métalliques, telles que les sondes de mesure ou de composants semblables, rendent la propagation des décharges en aigrettes peu probables. Lors de l'évaluation de l'épaisseur minimale de l'isolation à utiliser ou spécifiée, il est nécessaire de tenir compte de l'usure attendue en utilisation normale).

6.1.5.2 Capacité limitée ou mise à la terre

Les parties conductrices isolées avec une capacité supérieure à 10 pF doivent être évitées ou électrostatiquement mises à la terre.

6.2 Enveloppes contenant des métaux légers

6.2.1 Composition

Les matériaux employés dans la construction des enveloppes des matériels électriques à utiliser en atmosphères explosives poussiéreuses ne doivent pas contenir plus de 7,5 %, en poids cumulé, de magnésium et de titane.

6.2.2 Trous taraudés

Des trous taraudés dans les enveloppes destinés aux attaches des capots/couvercles prévus d'être ouverts en service pour effectuer des réglages, une inspection et pour d'autres raisons opérationnelles ne doivent être pratiqués dans le matériau de l'enveloppe que si le taraudage est compatible avec le matériau de l'enveloppe utilisé.

7 Fermetures

7.1 Accès aux parties actives

Les pièces nécessaires pour réaliser un mode de protection standard ou utilisées pour prévenir l'accès aux parties actives non isolées doivent pouvoir être libérées ou retirées seulement avec l'aide d'un outil.

7.2 Matériau compatible

Les vis des fermetures relatives aux enveloppes constituées de matériaux contenant des métaux légers peuvent être en métal léger ou en matériaux plastiques si le matériau de la fermeture est compatible avec celui de l'enveloppe.

8 Dispositifs de verrouillage

Les dispositifs de verrouillage utilisés pour maintenir un mode de protection doivent être construits de telle manière que leur efficacité ne puisse pas être compromise facilement par l'utilisation d'un tournevis ou de pinces par exemple.

9 Traversées

9.1 Prévention contre la rotation

Les traversées des enveloppes utilisées comme dispositifs de connexion et pouvant être soumises à un couple lors des connexions ou des déconnexions doivent être montées de telle manière que toutes les pièces soient bloquées en rotation.

9.2 Essais de couple

Les traversées des enveloppes destinées à être utilisées en Zones 20 ou 21 doivent être conformes à l'essai de couple applicable, comme cela est spécifié en 23.4.4.

10 Matériaux utilisés pour l'étanchéité

10.1 Documentation

Les documents du fabricant, proposés en accord avec 23.2, doivent attester que, pour les conditions de fonctionnement prévues, les matériaux utilisés pour assurer l'étanchéité, et dont dépend la sécurité, ont une stabilité thermique appropriée pour les températures minimales et maximales auxquelles ils doivent être soumis, compte tenu des caractéristiques assignées du matériel électrique.

10.2 Stabilité thermique

La stabilité thermique est considérée comme appropriée si les valeurs limites du matériau sont inférieures ou égales à la plus basse température de fonctionnement et supérieures d'au moins 20 K à la température maximale en service.

NOTE Si l'étanchéité doit résister à des conditions de service défavorables, il convient que des mesures appropriées soient convenues entre l'utilisateur et le fabricant.

10.3 Vérification

Il n'est pas nécessaire de faire appel à l'organisme d'essais pour vérifier les caractéristiques listées par les documents mentionnés en 10.1.

11 Composants Ex

11.1 Généralités

Les composants Ex doivent être conformes aux exigences appropriées données dans cette norme et peuvent être

- une enveloppe vide;
- des composants ou des ensembles de composants destinés à être utilisés avec le matériel satisfaisant aux exigences d'un ou de plusieurs modes de protection énumérés à l'Article 1.

11.2 Montage

Les composants Ex peuvent être montés

- a) entièrement à l'intérieur d'une enveloppe d'un matériel (par exemple une borne, un ampèremètre, un réchauffeur ou un indicateur; un composant de commutateur ou un thermostat du mode 'mD', une alimentation du mode 'iD'); ou
- b) entièrement à l'extérieur de l'enveloppe du matériel (par exemple une sonde de mode 'iD'); ou
- c) partiellement à l'intérieur et partiellement à l'extérieur de l'enveloppe du matériel (par exemple un bouton poussoir de mode 'tD', un interrupteur de fin de course ou une lampe témoin, un ampèremètre, un indicateur de mode 'iD').

11.3 Montage à l'intérieur

Dans le cas d'un montage entièrement à l'intérieur de l'enveloppe, les seules pièces à essayer ou à évaluer, lorsqu'elles sont utilisées dans un matériel, sont les pièces ne pouvant pas être essayées et/ou évaluées en tant que composant séparé (par exemple essai ou évaluation de la température de surface, de la ligne de fuite et de la distance dans l'air, lorsque le composant est monté).

11.4 Montage à l'extérieur

En cas de montage à l'extérieur de l'enveloppe ou partiellement à l'intérieur et partiellement à l'extérieur de cette dernière, l'interface entre le composant Ex et l'enveloppe doit être essayée ou évaluée relativement à la conformité au mode de protection applicable et relativement à la conformité aux essais mécaniques selon 23.4.2.

12 Dispositifs de connexion et compartiments à bornes

12.1 Câbles fixes

Le matériel électrique, prévu pour un raccordement à des circuits externes, doit comprendre des dispositifs de connexion, sauf s'il est conçu et réalisé avec un câble inamovible. Tout matériel construit avec des câbles inamovibles, non pourvus de dispositif de connexion, doit être identifié par le symbole "X" pour indiquer la nécessité d'un raccordement approprié de l'extrémité libre du câble.

12.2 Accès aux bornes

Les compartiments à bornes et leurs ouvertures y donnant accès doivent être dimensionnés de telle manière que les conducteurs puissent être aisément raccordés.

12.3 Ligne de fuite et distance dans l'air

Les compartiments à bornes doivent être conçus de manière à ce qu'après le raccordement correct des conducteurs, les lignes de fuite et les distances dans l'air satisfassent, si nécessaire, aux exigences de la norme spécifique relative au type de matériel concerné.

13 Dispositifs de connexion pour les conducteurs de mise à la terre et de liaison équipotentielle

13.1 Connexion interne

Un dispositif de connexion pour le raccordement d'un conducteur de mise à la terre ou de liaison équipotentielle doit être fourni à l'intérieur du compartiment à bornes du matériel électrique et près des autres dispositifs de connexion.

13.2 Connexion externe

Le matériel électrique pourvu d'une enveloppe métallique doit comporter un dispositif supplémentaire externe de connexion pour un conducteur de mise à la terre ou de liaison équipotentielle. Ce dispositif externe de connexion doit être électriquement en contact avec le dispositif requis en 13.1. Le dispositif externe de connexion n'est pas requis pour le matériel électrique qui est conçu pour être déplacé une fois mis sous tension et qui est alimenté par un câble comprenant un conducteur de mise à la terre ou de liaison équipotentielle.

NOTE L'expression "électriquement en contact" n'implique pas nécessairement l'utilisation d'un conducteur.

13.3 Moyen de connexion non requis

En ce qui concerne le matériel électrique pour lequel la mise à la terre (ou la liaison équipotentielle) n'est pas exigée, aucun dispositif interne ou externe de connexion de mise à la terre ou de liaison équipotentielle n'est requis, comme dans le cas du matériel électrique ayant une double isolation ou une isolation renforcée ou pour lequel une mise à la terre supplémentaire n'est pas nécessaire.

13.4 Connexion physique

Les dispositifs de connexion de mise à la terre ou de liaison équipotentielle doivent permettre la connexion physique d'au moins un conducteur, avec la section indiquée par le Tableau 2.

Tableau 2 – Sections minimales des conducteurs de protection

Section des conducteurs de phase de l'installation, S mm ²	Section minimale du conducteur de protection correspondant, S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$0,5 S$

En plus de satisfaire à cette exigence, les dispositifs de connexion de mise à la terre ou de liaison équipotentielle à l'extérieur du matériel électrique doivent assurer la connexion physique d'un conducteur d'au moins 4 mm².

13.5 Intégrité de contact

Les dispositifs de connexion doivent être efficacement protégés contre la corrosion. Ils doivent également être conçus de manière à ce que les conducteurs ne puissent pas se desserrer et se vriller, et de façon à ce que la pression de contact soit maintenue.

13.6 Influence de l'environnement

La pression de contact des connexions électriques ne doit pas être affectée, durant le service, par les changements dimensionnels des matériaux isolants, dus à la température, à l'humidité, etc.

13.7 Utilisation de métaux légers

Des précautions particulières doivent être prises si une des parties en contact se compose d'un matériau contenant un métal léger. Un exemple de moyen de connexion à un matériau contenant un métal léger est d'utiliser une pièce intermédiaire en acier.

14 Entrées de câble et de conduit

14.1 Usage prévu

Le fabricant doit spécifier dans les documents proposés, en accord avec 23.2, les entrées de câble ou de conduit prévues, leur position sur le matériel et le nombre maximum autorisé.

14.2 Construction

Les entrées de câble et de conduit doivent être réalisées et fixées de sorte qu'elles ne changent pas les caractéristiques spécifiques du mode de protection du matériel électrique sur lequel elles sont montées. Cela doit s'appliquer à toute la gamme de dimensions de câble spécifiées par le fabricant des entrées de câble, les câbles étant appropriés à ces entrées.

14.3 Partie intégrante du matériel

Les entrées de câble et de conduit peuvent constituer une partie intégrante du matériel, c'est-à-dire qu'un élément principal ou une pièce constitue une partie inséparable de l'enveloppe du matériel. Dans ce cas, les entrées doivent être essayées et certifiées avec le matériel.

NOTE Les entrées de câble et de conduit, qui sont séparées, mais installées avec le matériel, sont habituellement essayées et certifiées séparément de ce dernier, mais peuvent être essayées et certifiées ensemble avec le matériel, si le fabricant en fait la demande.

14.4 Prévention du vrillage

Lorsque la conception d'une entrée de câble est telle que le vrillage du câble peut être transmis aux connexions, des moyens doivent alors être appliqués pour prévenir ce vrillage.

14.5 Méthodes de fixation

La fixation des entrées de conduit ou de câble doit être faite par vissage dans des trous taraudés ou par blocage dans des trous lisses

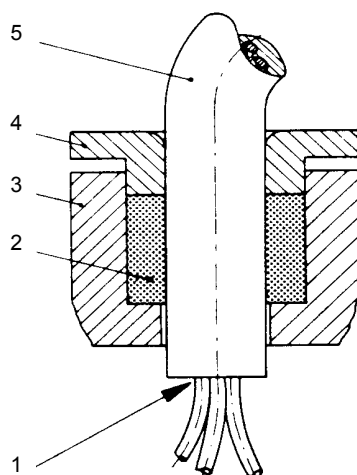
- dans la paroi de l'enveloppe; ou
- dans une plaque d'adaptation conçue pour être ajustée dans ou sur les parois de l'enveloppe; ou
- dans une boîte de raccordement d'extrémité appropriée, intégrée ou fixée à la paroi de l'enveloppe.

14.6 Éléments d'obturation

Les éléments d'obturation, prévus pour fermer des ouvertures dans les parois des matériels électriques, quand elles ne sont pas équipées d'entrées de câble ou de conduit, doivent, avec la paroi de l'enveloppe du matériel, satisfaire aux exigences du mode spécifique de protection concerné. Les moyens prévus pour cela doivent être tels que l'élément d'obturation ne puisse être retiré qu'à l'aide d'un outil.

14.7 Températures du point de branchement

Lorsque la température, dans des conditions assignées, incluant toutes les exigences d'installation du fabricant, est supérieure à 70 °C au point d'entrée du câble ou du conduit, ou à 80 °C au point de branchement des conducteurs, l'extérieur du matériel électrique doit posséder un marquage dans le but de guider l'utilisateur; ce marquage, explicitant le choix du câble ou du câblage dans le conduit, permet de s'assurer que la température assignée pour le câble n'est pas dépassée (voir la Figure 1).



IEC 639/04

Légende

- 1) Point de branchement des conducteurs
- 2) Bague d'étanchéité
- 3) Corps de l'entrée de câble
- 4) Bague de serrage avec couronne formée
- 5) Câble

Figure 1 – Illustration des points d'entrée et des points de branchement**15 Matériels rayonnants**

Les niveaux d'énergie des matériels produisant des rayonnements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées ci-dessous (voir la CEI 61241-14).

15.1 Pour les lasers et autres sources en onde entretenue**15.1.1 Zone 20 et Zone 21**

Les matériels électriques générant des rayonnements peuvent être utilisés, s'ils sont essayés et autorisés conformément à la présente spécification pour la Zone 20 ou 21. Indépendamment de ce fait, il doit être assuré que la puissance d'irradiation ou l'irradiation susceptible de pénétrer ou d'avoir lieu dans les Zones 20 ou 21, même en cas de perturbations rares et en tout point de la section droite de rayonnement, ne dépasse pas les valeurs suivantes:

- 5 mW/mm² ou 35 mW pour des lasers à ondes entretenues et autres sources d'ondes entretenues, et
- 0,1 mJ/mm² pour les lasers à impulsions ou sources de lumière pulsée avec des intervalles entre impulsions d'au moins 5 s.

Des sources de rayonnement dont les intervalles entre impulsions sont inférieurs à 5 s sont à cet égard considérées comme des sources de lumière continue.

15.1.2 Zone 22

Les matériels générant des rayonnements peuvent être utilisés. L'intensité d'irradiation ou l'irradiation ne doit pas excéder 10 mW/mm² ou 35 mW continu et 0,5 mJ/mm² pour une impulsion en fonctionnement normal.

15.2 Sources d'ultrasons

Pour les sources ultrasoniques, le niveau de puissance ne doit pas dépasser une densité de puissance dans le champ sonore de $0,1 \text{ W/cm}^2$ et une fréquence de 10 MHz pour les sources continues, et 2 mJ/cm^2 pour les sources pulsées. La densité de puissance moyenne ne doit pas dépasser $0,1 \text{ W/cm}^2$.

15.2.1 Zone 20 et Zone 21

Dans des Zones 20 ou 21, les sources d'ultrasons ne doivent pas dépasser une densité de puissance dans le champ acoustique de $0,1 \text{ W/cm}^2$ et une fréquence de 10 MHz pour les sources en ondes entretenues, et 2 mJ/cm^2 pour des sources en impulsions. La densité de puissance moyenne ne doit pas dépasser $0,1 \text{ W/cm}^2$.

15.2.2 Zone 22

Dans la Zone 22, aucune mesure de sécurité particulière contre le risque d'inflammation engendré par l'utilisation des ultrasons eux-mêmes n'est nécessaire, à condition que la densité de puissance dans le champ acoustique généré ne dépasse pas $0,1 \text{ W/cm}^2$ et une fréquence établie de 10 MHz.

16 Exigences supplémentaires pour les matériels électriques spécifiques – Machines tournantes électriques

Les ventilateurs de refroidissement externes à entraînement mécanique des machines tournantes électriques doivent être carénés par un capot protecteur qui n'est pas considéré comme faisant partie de l'enveloppe du matériel électrique. Ces ventilateurs et carters de protection doivent satisfaire aux exigences suivantes.

16.1 Ouvertures de ventilation pour ventilateurs externes

Le degré de protection (IP) relatif aux ouvertures de ventilation pour les ventilateurs externes des machines tournantes électriques doit être au moins

- IP20 du côté entrée d'air,
- IP10 du côté sortie d'air,

en accord avec la CEI 60034-5.

Pour ce qui concerne les machines tournantes verticales utilisées en Zones 20 ou 21, une protection doit être prévue pour empêcher les objets de tomber dans les ouvertures de ventilation.

16.2 Construction et montage des systèmes de ventilation

Les ventilateurs, carters de protection et grilles de ventilation doivent être réalisés de telle sorte qu'ils satisfassent aux exigences de tenue à l'essai de choc mécanique selon 23.4.2.1.

16.3 Jeux relatifs aux systèmes de ventilation utilisés en Zones 20 ou 21

En fonctionnement normal, les jeux (en tenant compte des tolérances de conception) entre le ventilateur externe et son carter, les grilles de ventilation et leurs attaches, doivent être au moins égaux à un centième du diamètre maximal du ventilateur, sans devoir excéder 5 mm, et ils peuvent être réduits à 1 mm si les pièces opposées sont fabriquées de telle sorte que les dimensions sont précises et stables. En aucun cas le jeu ne doit être inférieur à 1 mm.

16.4 Matériaux pour les ventilateurs externes et les carters des ventilateurs

16.4.1 Décharges électrostatiques

Les ventilateurs externes, carters des ventilateurs, grilles de ventilation, etc., doivent avoir une résistance d'isolement électrique ne dépassant pas $10^9 \Omega$, lorsqu'elle est mesurée selon 6.1.5.1.

16.4.2 Stabilité thermique des matériaux plastiques utilisés dans les Zones 20 et 21

La stabilité thermique des matériaux plastiques doit être considérée comme étant satisfaisante si la température de fonctionnement du matériau spécifiée par le fabricant excède d'au moins 20 K la température maximale à laquelle le matériau sera soumis en service (tout en étant dans ses caractéristiques assignées).

16.4.3 Matériaux contenant des métaux légers et utilisés dans les Zones 20 et 21

Les ventilateurs externes, carters de ventilateurs, grilles de ventilation, des machines tournantes électriques, construits à partir de matériaux contenant des métaux légers, ne doivent pas contenir plus de 7,5 % de magnésium, en poids.

17 Appareillage de connexion

17.1 Diélectrique inflammable

Un appareillage de connexion comportant des contacts immergés dans un diélectrique inflammable n'est pas autorisé.

17.2 Verrouillage

Les sectionneurs (qui ne sont pas conçus pour être actionnés en charge) doivent

- être électriquement ou mécaniquement verrouillés avec un dispositif approprié d'isolement de la charge; ou
- comporter un marquage en un endroit proche de l'actionneur du sectionneur, mentionnant l'avertissement suivant:

“NE PAS ACTIONNER EN CHARGE”.

17.3 Indication de la position d'ouverture

Dans le cas où un appareillage comprend un sectionneur, ce dernier doit déconnecter tous les pôles et doit être conçu de manière à ce que la position de ses contacts soit visible, ou que leur position d'ouverture soit indiquée, en accord avec les exigences relatives à la fonction d'isolement spécifiées par la CEI 60947-3. Le verrouillage entre ce sectionneur et le capot ou la porte de l'appareillage ne doit en permettre l'ouverture que lorsque la séparation des contacts du sectionneur est effective.

17.4 Ouvertures

Un matériel comportant des portes ou des capots donnant accès à l'intérieur des enveloppes contenant des circuits actionnés à distance avec des contacts de commutation qui peuvent être établis ou coupés par des moyens non manuels (comme des moyens électriques, mécaniques, magnétiques, électromécaniques, électro-optiques, pneumatiques, hydrauliques, acoustiques ou thermiques) doit

- avoir ses portes ou ses capots verrouillés avec un sectionneur qui empêche l'accès à l'intérieur de l'enveloppe tant que ce dernier n'a pas été actionné pour déconnecter les circuits internes non protégés; ou
- être marqué de l'avertissement:

"NE PAS OUVRIR SOUS TENSION".

18 Fusibles

Pour les enveloppes contenant des fusibles,

- celles-ci doivent être verrouillées de sorte que l'insertion ou le retrait d'éléments remplaçables ne puisse être effectué qu'avec l'alimentation débranchée et de sorte que les fusibles ne puissent pas être mis sous tension jusqu'à ce que l'enveloppe soit correctement fermée; ou
- si les dispositions précédentes ne sont pas appliquées, le matériel doit être marqué de l'avertissement suivant:

"NE PAS OUVRIR SOUS TENSION".

19 Prises de courant

Les exigences relatives aux prises de courant ne sont pas applicables pour le mode de protection Ex iD.

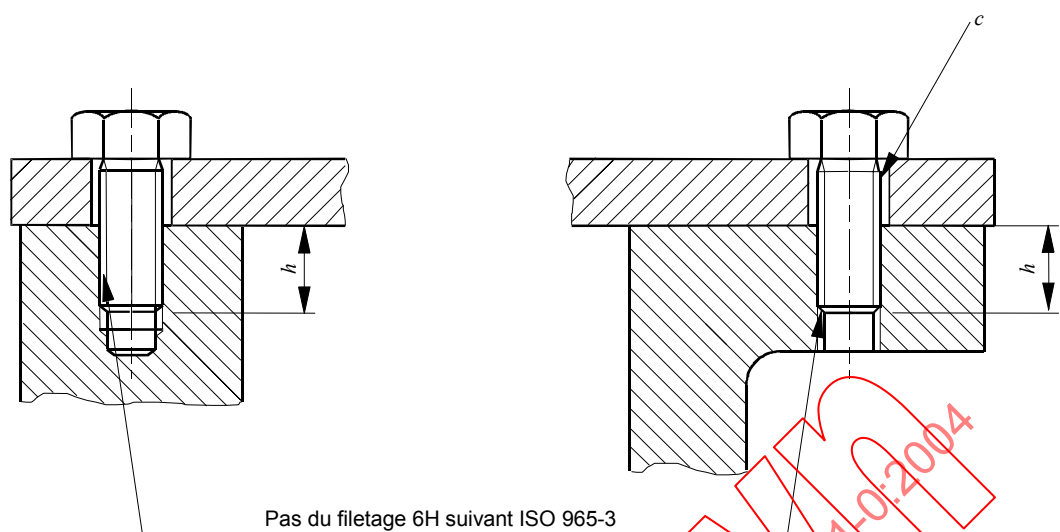
19.1 Construction des prises de courant

Les prises de courant doivent satisfaire soit à a), soit à b) ci-dessous:

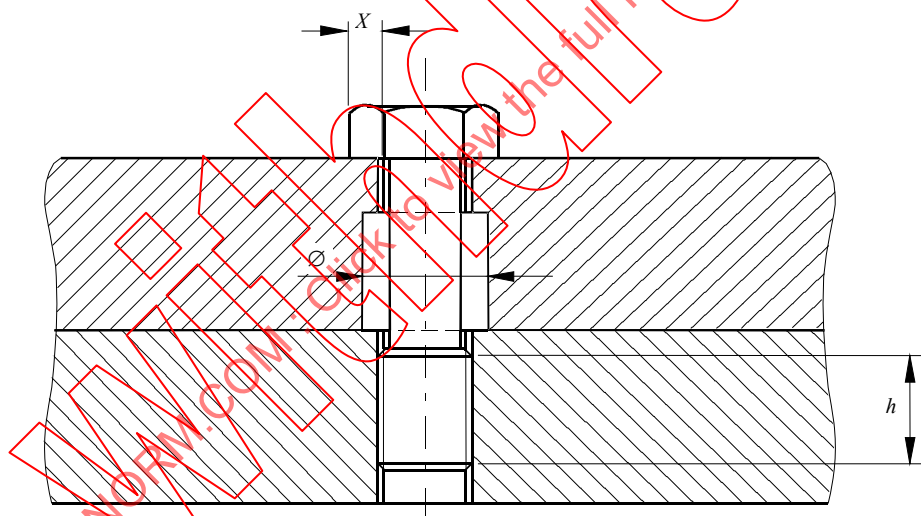
- a) être verrouillées mécaniquement ou électriquement, ou sinon être conçues de sorte qu'elles ne puissent pas être débranchées lorsque les contacts sont alimentés et les contacts ne doivent pas pouvoir être alimentés lorsque les prises de courant sont déconnectées; ou
- b) être fixées ensemble au moyen d'attaches spéciales qui doivent être conformes à ce qui suit:
 - le filetage doit être à grand pas, selon l'ISO 262, avec une tolérance d'ajustement de 6g/6H, selon l'ISO 965;
 - la tête de la vis ou l'écrou doit être en accord avec l'ISO 4014, l'ISO 4017, l'ISO 4032 ou l'ISO 4762, et, dans le cas de vis sans tête à six pans creux, cette dernière doit être selon l'ISO 4026, l'ISO 4027, l'ISO 4028 ou l'ISO 4029;
 - les trous dans les matériels électriques doivent être taraudés sur une longueur telle qu'ils acceptent un engagement de file, h , au moins égal au diamètre nominal du filetage de l'attache (voir Figures 2 et 3).

Le filetage doit avoir une tolérance d'ajustement de 6H, selon l'ISO 965, et remplir l'une des deux conditions suivantes:

- 1) le trou sous la tête de l'attache associée doit permettre un jeu inférieur ou égal à une tolérance d'ajustement moyenne H13, selon l'ISO 286-2 (voir Figure 2 et l'ISO 273); ou
- 2) le trou sous la tête (ou l'écrou) d'une attache associée à tige courte doit être taraudé pour permettre à l'attache d'être maintenue. Les dimensions du trou taraudé doivent être telles que la surface environnante en contact avec la tête de cette attache doit être au moins égale à celle d'une attache sans tige courte dans un trou de passage (voir la Figure 3).



IEC 2864/03

Légende $h \geq$ diamètre nominal du filetage de l'attache $c \leq$ jeu maximal autorisé par l'ajustement de tolérance H13 de l'ISO 286-2**Figure 2 – Tolérances et jeu pour attaches filetées**

IEC 2865/03

Légende $\varnothing =$ trou de passage normalisé adapté au filetage $h \geq$ diamètre nominal du filetage de l'attache $X =$ dimension de contact d'une attache à tige courte $X \geq$ dimension de contact d'une tête normalisée d'attache normalisée (sans tige courte) filetée sur toute sa longueur avec la taille de filet utilisée**Figure 3 – Surface de contact sous la tête d'une attache à tige courte**

Dans le cas de vis sans tête à six pans creux, la tête de vis doit avoir un ajustement de tolérance de 6H, selon l'ISO 965, mais ne doit pas dépasser du trou taraudé après serrage; et le matériel doit être marqué de l'avertissement suivant:

"NE PAS DÉBRANCHER SOUS TENSION".