

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Explosive atmospheres –
Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”**

**Atmosphères explosives –
Partie 18: Protection du matériel par encapsulage “m”**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and definitions clause of IEC publications issued between 2002 and 2015. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et définitions des publications IEC parues entre 2002 et 2015. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Explosive atmospheres –
Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”**

**Atmosphères explosives –
Partie 18: Protection du matériel par encapsulage “m”**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.260.20

ISBN 978-2-8322-4770-9

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-18:2014+AMD1:2017 CSV

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Explosive atmospheres –
Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”**

**Atmosphères explosives –
Partie 18: Protection du matériel par encapsulage “m”**

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 General	10
4.1 Level of protection (equipment protection level (EPL))	10
4.2 Additional requirements for levels of protection “ma” and “mb”	10
4.3 Additional requirements for level of protection “ma”	10
4.4 Rated voltage and prospective short circuit current	11
5 Requirements for compounds	11
5.1 General	11
5.2 Specification	11
5.3 Properties of the compound	11
5.3.1 Water absorption	11
5.3.2 Dielectric strength	11
6 Temperatures	12
6.1 General	12
6.2 Determination of the limiting temperatures	12
6.2.1 Maximum surface temperature	12
6.2.2 Temperature of the compound	12
6.3 Temperature limitation	12
7 Constructional requirements	12
7.1 General	12
7.2 Determination of faults	13
7.2.1 Fault examination	13
7.2.2 Components considered as not subject to fail	13
7.2.3 Isolating components	14
7.2.4 Infallible separation distances	14
7.3 Free space in the encapsulation	15
7.3.1 Group III “m” equipment	15
7.3.2 Group I and Group II “m” equipment	16
7.4 Thickness of the compound	17
7.4.1 “m” equipment	17
7.4.2 Windings for electrical machines	19
7.4.3 Rigid, multi-layer printed wiring boards with through connections	19
7.5 Switching contacts	20
7.5.1 General	20
7.5.2 Level of protection “ma”	21
7.5.3 Level of protection “mb”	21
7.5.4 Level of protection “mc”	21
7.6 External connections	21
7.6.1 General	21
7.6.2 Additional requirements for “ma” equipment	21
7.7 Protection of bare live parts	21
7.8 Cells and batteries	21
7.8.1 General	21

7.8.2	Prevention of gassing	22
7.8.3	Protection against inadmissible temperatures and damage to the cells or batteries	22
7.8.4	Reverse current	22
7.8.5	Current limitation	23
7.8.6	Protection against the polarity inversion and deep discharge of the cells	23
7.8.7	Charging of cells or batteries	23
7.8.8	Requirements for control safety devices for cells or batteries	24
7.9	Protective devices	24
7.9.1	General	24
7.9.2	Electrical protective devices	25
7.9.3	Thermal protective devices	25
7.9.4	Built-in protective devices	26
8	Type tests	26
8.1	Tests on the compound	26
8.1.1	Water absorption test	26
8.1.2	Dielectric strength test	26
8.2	Tests on the apparatus	26
8.2.1	Test sequence	26
8.2.2	Maximum temperature	27
8.2.3	Thermal endurance test	27
8.2.4	Dielectric strength test	28
8.2.5	Cable pull test	28
8.2.6	Pressure test for Group I and Group II electrical equipment	29
8.2.7	Test for resettable thermal protective device	30
8.2.8	Sealing test for built-in protective devices	30
9	Routine verifications and tests	30
9.1	Visual inspections	30
9.2	Dielectric strength test	30
10	Marking	31
Annex A (informative)	Basic requirements for compounds for “m” equipment	32
Annex B (informative)	Allocation of test samples	33
Annex C (normative)	Dielectric strength test between circuits and environment	34
C.1	General	34
C.2	Batch test procedure	34
Bibliography		35
Figure 1	– Dimensional key for thickness through the compound	18
Figure 2	– Minimum distances for multi-layer printed wiring boards	20
Figure 3	– Fitting of blocking diodes	23
Figure A.1	– Basic requirements for compounds for “m” equipment	32
Table 1	– Distances through the compound	15
Table 2	– Minimum thickness of compound adjacent to free space for Group III “m” equipment	16
Table 3	– Minimum thickness of compound adjacent to free space for Group I and Group II “m” equipment	17

Table 4 – Thickness of the compound	19
Table 5 – Minimum distances for multi-layer printed wiring boards	20
Table 6 – Test pressure	29
Table B.1 – Allocation of test samples	33

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-18:2014+AMD1:2017 CSV

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment(s) has been prepared for user convenience.

IEC 60079-18 edition 4.1 contains the fourth edition (2014-12) [documents 31/1152/FDIS and 31/1168/RVD] and its amendment 1 (2017-08) [documents 31/1323/FDIS and 31/1336/RVD].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

Standard IEC 60079-18 has been prepared by IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

This fourth edition constitutes a technical revision.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment-General requirements*.

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

Explanation of the significance of the changes	Clause	Type		
		Minor and editorial changes	Extension	Major technical changes
Definitions deleted and moved to IEC 60079-0	3	X		
Heading modified /added to clarify which requirements are additional requirements for “ma” level of protection only	4	X		
Thermal conductivity added	5.2		X	
Note added that it is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer’s specification of the compound needs to be verified	5.3.2	X		
Clarification added	6.2.2	X		
Clarification added	7.1	X		
For the determination of faults options added and clarification given	7.2		X	
Additional information included in Figure 1	7.4.1	X		
“Varnish and similar coatings are not considered to be solid insulation.” was added in this section and deleted in the definition on 3.8	7.4.2	X		
For rigid, multi-layer printed wiring boards with through connections additional standards added	7.4.3.1		X	
Protection against inadmissible temperatures and damage to the cells	7.8.3			C1
Electrical protective devices clarified and additional possibilities added	7.9.2		X	
Thermal protective devices clarified and additional possibilities added	7.9.3		X	
2/3 voltage limitation deleted	7.9.3		X	
Determination of the maximum temperature for “Da” fixed	8.2.2			C2
Stabilization of the temperature	8.2.2			C3
Thermal endurance to heat	8.2.3.1		X	
Temperature fixed as reference service temperatures and tests given as alternatives	8.2.3.1.1		X	
For the dielectric strength test procedure alternative possibilities added	8.2.4.1		X	
Alternative test methods for the required pressure test for Group I and Group II electrical equipment added	8.2.6		X	
Sealing test for build-in protective devices	8.2.8		X	
For the dielectric strength test procedure alternative possibilities added	9.2		X	
Marking	10	X	X	

Explanation of the Types of Significant Changes:

A) Definitions

1. Minor and editorial changes:

- Clarification
- Decrease of technical requirements
- Minor technical change
- Editorial corrections

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

2. Extension:

- Addition of technical options

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

3. Major technical changes:

- addition of technical requirements
- increase of technical requirements

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

Note These changes represent current technological knowledge. However, these changes should not normally have an influence on equipment already placed on the market.

B) Information about the background of 'Major technical changes'

C1 Clause 7.8.3 modified and additional requirements added for cells or batteries

C2 The flexibility given in IEC 60079-0 is replaced by a min. requirement. For level of protection "ma" equipment, designed for EPL "Da" the maximum surface temperature shall be determined with the equipment mounted in accordance with the manufacturer's instructions, and surrounded on all available surfaces by dust with a layer thickness of at least 200 mm

C3 The increase of the temperature during the test can be a very slow process. The final temperature shall be considered to have been reached when the rate of rise of temperature does not exceed 1 K/24 h

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

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

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

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

The contents of the corrigendum of July 2018 have been included in this copy.

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

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”

1 Scope

This part of IEC 60079 gives the specific requirements for the construction, testing and marking of electrical equipment, parts of electrical equipment and Ex components with the type of protection encapsulation “m” intended for use in explosive gas atmospheres or explosive dust atmospheres.

This part applies only for encapsulated electrical equipment, encapsulated parts of electrical equipment and encapsulated Ex components (hereinafter always referred to as “m” equipment) where the rated voltage does not exceed 11 kV.

The application of electrical equipment in atmospheres, which may contain explosive gas as well as combustible dust simultaneously, may require additional protective measures.

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

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

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

2 Normative references

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

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

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

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

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

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

IEC 60079-31, *Explosive atmospheres – Part 31: Equipment dust ignition protection by enclosure “t”*

IEC 60127 (all parts), *Miniature fuses*

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

IEC 60691, *Thermal-links – Requirements and application guide*

IEC 60730-2-9, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing controls*

IEC 60738-1, *Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient – Part 1: Generic specification*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61558-1, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests*

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

IEC 62326-4-1, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification – Section 1: Capability detail specification – Performance levels A, B and C*

ANSI/UL 248 (all parts), *Standard for low-voltage fuses*

ANSI/UL 746B, *Standard for polymeric materials – Long term property evaluations*

ANSI/UL 796, *Printed-Wiring Boards*

IPC-A-600, *Acceptability of Printed Boards*

IPC-6012, *Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards*

3 Terms and definitions

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

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

3.1 encapsulation “m”

type of protection whereby parts that are capable of igniting an explosive atmosphere by either sparking or heating are fully enclosed in a compound or other non-metallic enclosure with adhesion in such a way as to avoid ignition of a dust layer or explosive atmosphere under operating or installation conditions

3.2 temperature range of the compound

range of temperatures within which the properties of the compound, in either operation or storage, permit compliance with the requirements of IEC 60079-18

3.3

free surface

compound surface exposed to the explosive atmospheres and/or dust layers

3.4

switching contact

mechanical contact, which makes and breaks an electrical circuit

3.5

adhesion

moisture, gas and dust tight permanent bonding of a compound to a surface

3.6

countable fault

fault which occurs in parts of electrical equipment conforming to the constructional requirements

3.7

infallible separation

separation between electrically conductive parts that is considered as not subject to short circuits

3.8

solid insulation

insulation material which is extruded or moulded, but not poured

Note 1 to entry: Insulators fabricated from two or more pieces of electrical insulating material, which are solidly bonded together may be considered as solid.

4 General

4.1 Level of protection (equipment protection level (EPL))

Electrical equipment with encapsulation “m” shall be either:

- a) level of protection “ma” (EPL “Ma, Ga, Da”),
- b) level of protection “mb” (EPL “Mb, Gb, Db”), or
- c) level of protection “mc” (EPL “Gc, Dc”).

The requirements of this standard apply to all levels of protection for encapsulation “m” unless otherwise stated.

4.2 Additional requirements for levels of protection “ma” and “mb”

Components without additional protection shall be used only if they cannot damage the encapsulation mechanically or thermally in the case of any fault conditions specified in this standard.

Alternatively, where a fault of an internal component may lead to failure of encapsulation “m” due to increasing temperature, the requirements of 7.9 shall apply.

4.3 Additional requirements for level of protection “ma”

The working voltage at any point in the circuit shall not exceed 1 kV.

4.4 Rated voltage and prospective short circuit current

The rated voltage and the prospective short circuit current shall be specified such that the limiting temperature is not exceeded for the relevant level of protection “ma”, “mb” or “mc”.

5 Requirements for compounds

5.1 General

The documentation shall specify the compound(s) used and the processing method(s), including measures to prevent the formation of voids.

As a minimum, those properties of the compound(s) on which encapsulation “m” depends shall be provided.

NOTE Proper selection of the compound allows for the expansion of components during operation and in the event of allowable faults.

5.2 Specification

The specification for the compound shall include the following:

- a) the name and address of the manufacturer of the compound,
- b) the exact and complete reference of the compound and if relevant, percentage of fillers and any other additives, the mixture ratios and the type designation,
- c) if applicable, any treatment of the surface of the compound(s), for example varnishing,
- d) if applicable, to obtain correct adhesion of the compound to a component, any requirement for pre-treating of the component for example cleaning, etching,
- e) the dielectric strength in accordance with IEC 60243-1 at the maximum service temperature of the compound determined according to 8.2.2 a) if available; if not available, the requirements of 5.3.2 shall be applied,
- f) temperature range of the compound(s) (including maximum continuous operating temperature (COT) and minimum continuous operating temperature (COT)),
- g) in the case of “m” equipment where the compound is part of the external enclosure, the temperature index TI value as defined by IEC 60079-0. As an alternative to the TI, the relative thermal index (RTI-mechanical) may be determined in accordance with ANSI/UL 746B,
- h) the colour of the compound used for the test samples, where the compound specification will be influenced by changing the colour,
- i) Thermal conductivity if utilizing the alternative test method in 6.2.2.

NOTE It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer's specification of the compound needs to be verified.

5.3 Properties of the compound

5.3.1 Water absorption

Either the compound shall be tested in accordance with 8.1.1 or, if this test is not performed, the certificate number for the equipment shall include the “X” suffix in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0 and the specific conditions of use listed on the certificate shall detail the precautions necessary.

5.3.2 Dielectric strength

Where the dielectric strength according to IEC 60243-1 at the maximum service temperature according to 8.2.2 a), of the compound is not available from the material manufacturer, a test shall be performed in accordance with 8.1.2.

NOTE It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer's specification of the compound needs to be verified.

6 Temperatures

6.1 General

The service temperature of the compound, determined in accordance with IEC 60079-0, shall not exceed the maximum value of the COT of the compound. The maximum surface temperature shall be determined in accordance with IEC 60079-0 under normal operation and under fault conditions as defined in 7.2.1. The "m" equipment shall be protected in such a way that encapsulation "m" is not adversely affected under these fault conditions.

6.2 Determination of the limiting temperatures

6.2.1 Maximum surface temperature

The maximum surface temperature shall be determined using the test method given in 8.2.2 in accordance with the supply conditions specified in 4.4.

NOTE This temperature is used to determine either the temperature class for explosive gas atmospheres or the maximum surface temperature in degree Celsius for explosive dust atmospheres of the equipment, or both.

6.2.2 Temperature of the compound

The hottest component shall be determined. The maximum temperature in the compound, adjacent to the hottest component, shall be determined using the test method given in 8.2.2 for normal operation.

As an alternative the determination of the temperature of the hottest component in normal operation may be done by calculation, manufacturer's specification or by testing the component under intended application conditions prior to encapsulating the component if the thermal conductivity of the compound is greater than that of air.

NOTE Thermal conductivity of air is most often defined as 0.25 W/m*K (standard conditions).

6.3 Temperature limitation

Where the equipment may be subject to fault in accordance with 7.2.1, or where there is the possibility of an increased temperature, for example by an unfavourable input voltage in accordance with 7.2.1 or an unfavourable load, this shall be taken into account in determining the limiting temperatures.

When a protective device is required to limit temperatures for safety reasons, it shall be an electrical or thermal device external to the equipment or directly integrated into the equipment, as defined in 7.9.

7 Constructional requirements

7.1 General

Where the compound forms part of the external enclosure it shall comply with the requirements of IEC 60079-0 for non metallic enclosures and non metallic parts of enclosures.

If the surface of the compound is totally or partly surrounded by an enclosure and the enclosure is part of the protection, the enclosure or parts of the enclosure shall comply with the enclosure requirements of IEC 60079-0.

Additional protective measures may be required to be provided by the user in the installation in order to comply with the requirements of this standard. For example, additional mechanical

protection may be required to protect the equipment from a direct impact. In such cases, the certificate number for the equipment shall include the “X” suffix in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0 and the specific conditions of use listed in the certificate shall detail the precautions necessary.

Appropriate action shall be taken to accommodate the expansion of components during normal operation and in the event of faults according to 7.2.

In 7.2 to 7.9 the requirements differ according to whether the compound adheres to the enclosure. Where adhesion is specified, the aim is to prevent the ingress of explosive atmospheres and moisture at the boundary surfaces (for example enclosure-compound, compound-parts that are not completely embedded in the compound, such as printed wiring boards, connection terminals, etc.). Where adhesion is required to maintain the type of protection, it shall be maintained after completion of all the prescribed tests. The choice of the compound(s) to be used for a specific application is dependent on the task each compound has to perform. Testing a compound once for a given application will not qualify that compound for all applications.

NOTE Tests for adhesion are under consideration.

7.2 Determination of faults

7.2.1 Fault examination

When tested in accordance with IEC 60079-0, encapsulation “m” shall be maintained in the case of

- a) the most unfavourable output load and
- b) up to two internal countable faults for level of protection “ma”, and up to one internal countable fault for level of protection “mb”, taking into account 7.2.2, 7.2.3 and 7.2.4.

No faults are taken into account for level of protection “mc”.

NOTE Examples of faults are: a short circuit in any component, the failure of any component and a fault between tracks in the printed wiring board, but not the opening of a track.

The failure of some components may result in an unstable condition, for example, alternating between high and low resistance. In those cases, the most onerous condition shall be considered.

If a fault leads to one or more subsequent faults, for example, due to the overload of a component, the primary and subsequent fault(s) shall be considered to be a single fault.

7.2.2 Components considered as not subject to fail

For levels of protection “ma” and “mb” the following components shall be considered as not to fail if they are encapsulated according to the requirements of this standard, if they are suitable for the service temperature and if they are not operated at more than 2/3 of their rated voltage, rated current and rated power related to the rating of the device, the mounting conditions and the temperature range specified:

- resistors,
- single-layer, spirally wound coils,
- plastic foil capacitors,
- paper capacitors,
- ceramic capacitors,
- semiconductors,
- semiconductor devices used as a protective device according to 7.9,

- resistors used as a protective device according to 7.9, if they comply with the current limiting resistors of IEC 60079-11 for level of protection “ia” or “ib”.

For levels of protection “ma” and “mb” windings that comply with IEC 60079-7, including also those that have wire diameters of less than 0,25 mm shall be considered as not subject to failure if they are encapsulated according to the requirements of this standard.

7.2.3 Isolating components

The following components for the segregation of different circuits shall be considered to provide isolation and are not considered to fail across the segregation:

- Galvanically separating components (e.g. optocouplers and relays),
 - if the rated insulation voltage conforms to $2U + 1\,000\text{ V r.m.s. } +5\%_0$ or $1\,500\text{ V r.m.s.}$ whichever is greater (U is the sum of the rated r.m.s. voltages of both circuits), or
 - for a rated insulation voltage across the segregation of more than 60 V (sum of the rated r.m.s. voltages of both circuits), optocouplers and relays providing a double or reinforced insulation between the circuits per IEC 61140, or
 - complying with IEC 60079-11 for level of protection “ia” or “ib”.
- Transformers,
 - complying with IEC 61558-2-6, or
 - providing a double or reinforced insulation between the circuit per IEC 61558-1, or
 - complying with IEC 60079-11 for level of protection “ia” or “ib”.

NOTE 1 It is not a requirement of this standard that conformity to the above standards per the manufacturer's specification regarding segregation needs to be verified.

NOTE 2 Galvanically separating components providing double or reinforced insulation according to a product standard are considered to meet the requirements of IEC 61140 e.g. IEC 60747-5-5 for optocouplers.

7.2.4 Infallible separation distances

7.2.4.1 General

It is not necessary to consider the possibility of a fault occurring as described in 7.2.1 in respect of voltage breakdown, if the distances between bare current-carrying parts:

- of the same circuit, or
- of a circuit and earthed metal parts, or
- of two separate circuits (sum of the working voltages shall be taken as the voltage for Table 1; where one of the working voltages is less than 20 % of the other, it shall be ignored).

comply with the requirements of 7.2.4.2 and if applicable 7.2.4.3.

7.2.4.2 Distances through the compound

Distances through compound shall be considered to be infallible against short circuit for level of protection “ma” and level of protection “mb” if they comply with the values in Table 1, provided that the distances in the compound are fixed or secured mechanically before encapsulation.

NOTE When a suitably adhered non-metallic enclosure of a given specific minimum thickness permits a zero thickness of compound per Key letter c of Table 4 and Figure 1, then the separation distances for the associated current carrying parts are still considered infallible against short circuit

Distances between the minimum distances given for level of protection “mc” and the infallible distances given for level of protection “ma” and “mb” are not considered infallible and shall be

assessed as a “countable fault”. Distances less than those given for level of protection “mc” are considered as short-circuits if this impairs the type of protection “m”.

For level of protection “mc” the values of Table 1 are the constructional requirements and may be achieved by mechanically fixing before encapsulation.

Table 1 – Distances through the compound

Voltage U r.m.s. or d.c. (see ^a) V	Minimum distance mm		
	“ma”	“mb ”	“mc ”
≤ 32	0,5	0,5	0,2
≤ 63	0,5	0,5	0,3
≤ 400	1	1	0,6
≤ 500	1,5	1,5	0,8
≤ 630	2	2	0,9
≤ 1 000	2,5	2,5	1,7
≤ 1 600	-	4	4
≤ 3 200	-	7	7
≤ 6 300	-	12	12
≤ 10 000	-	20	20

^a Voltages shown are derived from IEC 60664-1 and are based on the rationalization of supply voltages given in Table 3b of IEC 60664-1. When determining the required distance, the working voltage may be higher than the voltage in the table by a factor of 1,1.

NOTE The factor of 1,1 recognizes that at many places in a circuit, the working voltage equals the rated voltage and that there are a number of rated voltages in common use that can be accommodated by the 1,1 factor.

7.2.4.3 Distances through solid insulation

The distance through solid insulation, on which the type of protection “m” depends, shall be at least 0,1 mm and shall comply with the dielectric strength test of 8.2.4.

7.3 Free space in the encapsulation

7.3.1 Group III “m” equipment

The sum of the free spaces is not limited, but the volume of each individual free space is limited to 100 cm³. The thickness of the compound surrounding such free spaces shall meet the requirements of Table 2.

Table 2 – Minimum thickness of compound adjacent to free space for Group III “m” equipment

Level of protection	Minimum thickness of compound adjacent to free space to:	Free space $\leq 1 \text{ cm}^3$	Free space $> 1 \text{ cm}^3 \leq 100 \text{ cm}^3$
“ma”	Free space or free surface	3 mm	3 mm
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	3 mm (enclosure + compound) ^a	3 mm (enclosure + compound) ^a
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	3 mm	3 mm
“mb”	Free space or free surface	1 mm	3 mm
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	1 mm (enclosure + compound)	3 mm (enclosure + compound) ^a
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	1 mm	3 mm
“mc”	Free space or free surface	1 mm	1 mm
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	1 mm (enclosure + compound)	1 mm (enclosure + compound)
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	1 mm	1 mm
^a Wall thickness of the enclosure $\geq 1 \text{ mm}$.			
The thickness of the materials quoted in this table does not imply compliance with other mechanical tests required by IEC 60079-0.			
NOTE A metal enclosure with adhesion is permitted to have no compound thickness to a free space provided there are no live parts in the free space.			

7.3.2 Group I and Group II “m” equipment

The sum of the free spaces shall not exceed:

- 100 cm³ for level of protection “mb” and “mc”;
- 10 cm³ for level of protection “ma”.

The minimum thickness of the compound surrounding such free spaces shall comply with Table 3.

Table 3 – Minimum thickness of compound adjacent to free space for Group I and Group II “m” equipment

Level of protection	Minimum thickness of compound adjacent to free space to:	Free space $\leq 1 \text{ cm}^3$	Free space $> 1 \text{ cm}^3 \leq 10 \text{ cm}^3$	Free space $> 10 \text{ cm}^3 \leq 100 \text{ cm}^3$
“ma”	Free space or free surface	3 mm	3 mm (pressure test in accordance with 8.2.6)	Not permitted
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	3 mm (enclosure + compound) ^a	3 mm (enclosure + compound) ^a (pressure test in accordance with 8.2.6)	Not permitted
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	3 mm	3 mm (pressure test in accordance with 8.2.6)	Not permitted
“mb”	Free space or free surface	1 mm	3 mm	3 mm (pressure test in accordance with 8.2.6)
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	1 mm (enclosure + compound)	3 mm (enclosure + compound) ^a	3 mm (enclosure + compound) ^a (pressure test in accordance with 8.2.6)
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	1 mm	3 mm	3 mm (pressure test in accordance with 8.2.6)
“mc”	Free space or free surface	1 mm	1 mm	3 mm
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	1 mm (enclosure + compound)	1 mm (enclosure + compound)	3 mm (enclosure + compound) See note
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	1 mm	1 mm	3 mm
^a Wall thickness of the enclosure $\geq 1 \text{ mm}$.				
The thickness of the materials quoted in this table does not imply compliance with other mechanical tests required by IEC 60079-0.				
NOTE A metal enclosure with adhesion is permitted to have no compound thickness to a free space provided there are no live parts in the free space.				

7.4 Thickness of the compound

7.4.1 “m” equipment

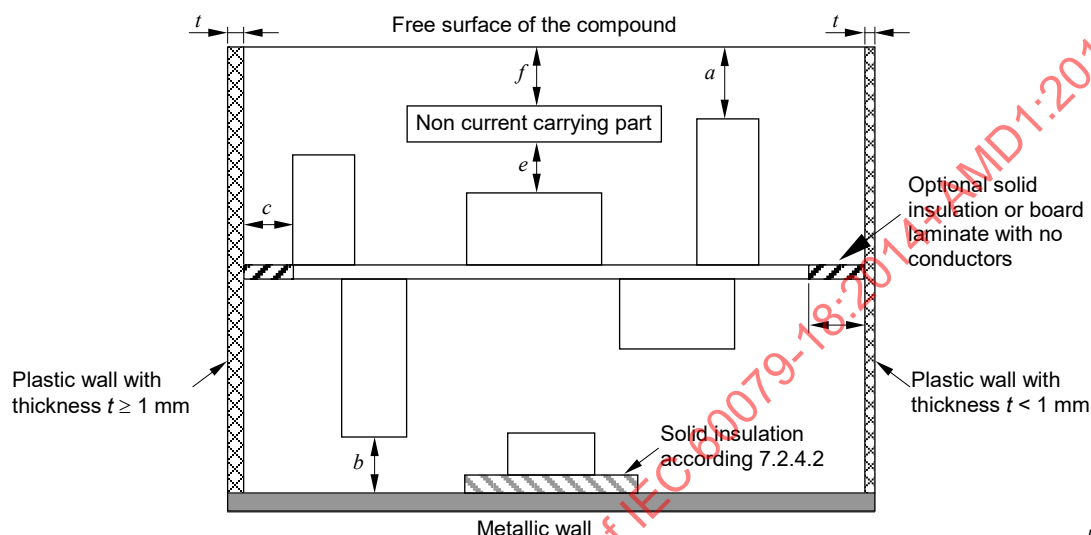
The minimum thickness of compound surrounding the electrical components and circuit shall be in accordance with Table 4 and Figure 1.

If solid insulation according to 7.2.4.3 is used in an enclosure with metallic walls as shown in Figure 1, the compound shall adhere to the wall.

NOTE 1 Figure 1 does not necessarily represent a practical construction, but is intended to assist in understanding Table 4 by showing an encapsulated circuit that includes a free surface; a metallic enclosure; a plastic enclosure with different wall thicknesses.

When a suitably adhered non-metallic enclosure of a given specific minimum thickness permits a zero thickness of compound per Key letter c of Table 4 and Figure 1, then the separation distances for the associated current carrying parts are still considered infallible against short circuit.

NOTE 2 Separation distances (creepages and clearances) associated with such current carrying parts that are permitted to have zero thickness of compound and still be considered infallible against short circuit, are evaluated in accordance with the applicable safety requirements of the relevant industrial standards.



IEC

Key

- a* distance to free surface
- b* distance to metal enclosure
- c* distance to non metallic enclosure with wall thickness $t \geq 1$ mm
- d* distance to non metallic enclosure with wall thickness $t < 1$ mm
- e* distance to non current carrying part within the compound
- f* distance from non current carrying part to free surface

Figure 1 – Dimensional key for thickness through the compound

In all cases the compound shall be subjected to the dielectric strength test of 8.2.4.

Table 4 – Thickness of the compound

	Level of protection “ma”	Level of protection “mb” or “mc”
Free surface $\leq 2 \text{ cm}^2$	$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq$ distance according to Table 1 but not less than 1 mm
Free surface $> 2 \text{ cm}^2$	$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq$ distance according to Table 1 but not less than 3 mm
non metallic enclosure with adhesion (wall thickness $t < 1 \text{ mm}$)	$d \geq 3 \text{ mm}$	$d \geq$ distance according to Table 1 but not less than 1 mm
non metallic enclosure with adhesion (wall thickness $t \geq 1 \text{ mm}$)	$c \geq (3 \text{ mm} - t)^a$	$c \geq (\text{distance according to Table 1} - t)^a$
non metallic enclosure without adhesion	$c = d \geq 3 \text{ mm}$	$c = d \geq$ distance according to Table 1 but not less than 1 mm
Metal enclosure	$b \geq 3 \text{ mm}$	$b \geq$ distance according to Table 1 but not less than 1 mm
Non current carrying part	$e \geq 3 \text{ mm}$	$e \geq$ distance according to Table 1 but not less than 1 mm
Non current carrying part – free surface	$f + e \geq a$	$f + e \geq a$
^a In the case of non metallic enclosure with adhesion and wall thickness $\geq 1 \text{ mm}$ if the application of the formula allows $c = 0$ the component may be placed against the wall.		

7.4.2 Windings for electrical machines

For electrical machines with windings in slots, the solid slot insulation shall have:

- for level of protection “ma” only, a minimum thickness of 0,1 mm and shall be extended by at least 5 mm beyond the end of the slot;
- for levels of protection “ma” and “mb”, the end of the slot and the end-winding shall be protected by the minimum thickness of compound in accordance with 7.4.1. A dielectric strength test in accordance with 8.2.4 shall be passed with a test voltage $U = 2U + 1\,000 \text{ V r.m.s.} + \frac{5}{0} \%$ with a minimum of 1 500 V a.c. at 48 Hz to 62 Hz.

Varnish and similar coatings are not considered to be solid insulation.

7.4.3 Rigid, multi-layer printed wiring boards with through connections

7.4.3.1 General

Multi-layer printed wiring boards complying with the requirements of IEC 62326-4-1, performance level C or IPC-A-600 and IPC-6012 or ANSI/UL 796, operated at working voltages less than or equal to 500 V, shall be considered to be encapsulated providing they meet 7.4.3.2

NOTE It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer’s performance specification of the printed wiring board needs to be verified.

7.4.3.2 Minimum distances

The insulation thickness of both, the copper-clad laminates and the adhesive films shall comply with the requirements of 7.2.4.3.

NOTE The insulation thickness is the combination of the laminate and the adhesive film when they are not separated by copper.

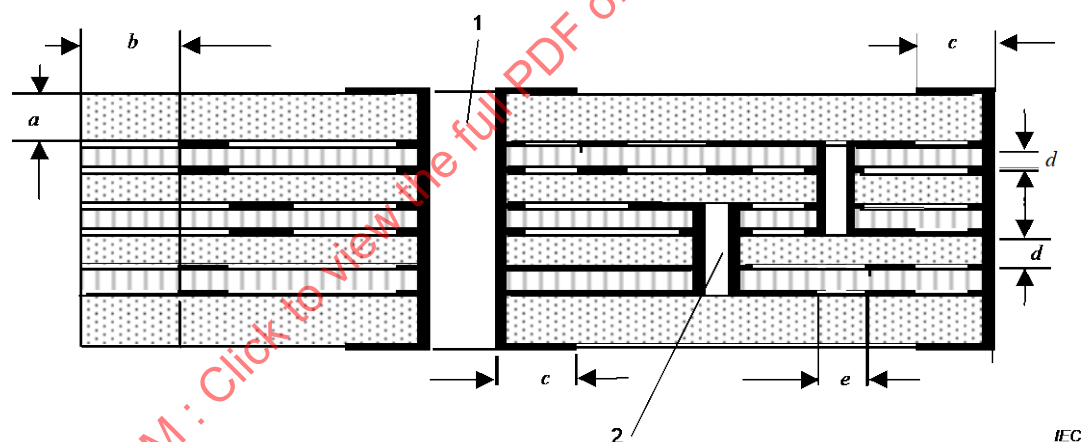
The minimum distance between the printed circuit conductors and the edge of the multi-layer printed wiring board or any hole in it shall be at least distance *b* of Table 5. If the edges or holes are protected with metal or insulating material extending at least 1 mm along the surface of the board from the edges or holes, the distance between the printed wiring conductors and the metal or insulating material may be reduced to distance *c* of Table 5. Metal coating shall have a minimum thickness of 35 µm (see also Figure 2 and Table 5).

Table 5 – Minimum distances for multi-layer printed wiring boards

Distance	Level of protection “ma”	Level of protection “mb”	Level of protection “mc”
<i>a</i>	3 mm	0,5 mm	0,25 mm
<i>b</i>	3 mm	3 mm	1 mm
<i>c</i>	3 mm	1 mm	0,5 mm
<i>d</i>	0,1 mm, see 7.2.4.3	0,1 mm, see 7.2.4.3	0,1 mm, see 7.2.4.3
<i>e</i>	In accordance with Table 1	In accordance with Table 1	In accordance with Table 1

where

a is the distance between the current carrying part and the outside surface through the cover layer;
b is the distance between the current carrying part and the outside surface along the cover layer;
c is the length of metal or insulation extending along the surface of the board from the edge or the hole;
d is the thickness of the adhesive film or the core where segregation is required;
e is the distance between two circuits inside the multilayer where segregation is required.



Key

core and cover layer

adhesive film

copper



1 Through contact for termination

2 Through contact to connect the printed conductors to the layers

Figure 2 – Minimum distances for multi-layer printed wiring boards

7.5 Switching contacts

7.5.1 General

Switching contacts shall be provided with an additional enclosure.

NOTE Entering of compound in the enclosure of the switching contacts during the encapsulation process can interfere with the function of the device

7.5.2 Level of protection “ma”

This additional enclosure shall be in accordance with the requirements for hermetically-sealed devices as defined in IEC 60079-15 before encapsulation.

NOTE Damage to the hermetically-sealed enclosure due to stresses during potting can invalidate the type of protection of the device.

The rating of switching contacts shall be less than or equal to 60 V and 6 A. The additional enclosure shall be made of inorganic material if the switched current exceeds 2/3 of the rated current specified by the manufacturer of the component.

7.5.3 Level of protection “mb”

This additional enclosure shall be made of inorganic material if the switched current exceeds 2/3 of the rated current specified by the manufacturer of the component or if the current exceeds 6 A.

7.5.4 Level of protection “mc”

This additional enclosure shall be made of inorganic material if the switched current exceeds 6 A.

7.6 External connections

7.6.1 General

When compounds are used to secure a permanently connected cable, the cable shall be suitably protected against damage from flexing and the pull test shall be carried out according to 8.2.5.

This test shall not be performed on Ex Components or where the enclosure of the “m” protected device does not serve as an external enclosure.

7.6.2 Additional requirements for “ma” equipment

The Ex ma equipment shall either be supplied by a circuit in accordance with level of protection “ia” according to IEC 60079-11 or have a connection in accordance with one of the following requirements:

- for EPL Ga requirements of IEC 60079-26;
- for EPL Da, level of protection “ta” of IEC 60079-31.

7.7 Protection of bare live parts

Depending on the required EPL bare live parts that pass through the surface of the compound shall be protected by another type of protection as listed in IEC 60079-0 for the required EPL.

NOTE In this case, the equipment is marked with multiple types of protection in accordance with IEC 60079-0.

7.8 Cells and batteries

7.8.1 General

When evaluating battery control arrangements with respect to the potential release of gas, the full range of operating temperatures, internal resistance and voltage capability shall be considered. It shall be assumed that batteries can become unbalanced, but cells with negligible resistance or voltage capability need not be taken into account.

Subclause 7.8 applies to all levels of protection, unless specifically excluded.

For level of protection “ma” cells and batteries shall additionally comply with the cell and battery requirements of IEC 60079-11 except for the relaxation for parallel cells, which are not permitted in equipment solely protected by encapsulation.

7.8.2 Prevention of gassing

Electrochemical systems that can release gas during normal operation are not permitted. If for levels of protection “ma” and “mb” the release of gas in the event of a fault cannot be precluded, the gassing shall be minimised by a control device in accordance with 7.8.8. With secondary cells, the control device shall be effective not only during charging, but also during discharging. This also applies for charging outside the hazardous area.

In particular,

- a) vented cells shall not be used,
- b) sealed valve regulated cells shall not be used,
- c) sealed gas-tight cells that, within the range of the ambient temperature of the electric equipment, do not release gas under any operating or fault conditions may be used without a control device in accordance with 7.8.8.

Gas-tight cells that do not fulfil the requirements of 7.8.2 c) shall have a control device in accordance with 7.8.8.

7.8.3 Protection against inadmissible temperatures and damage to the cells or batteries

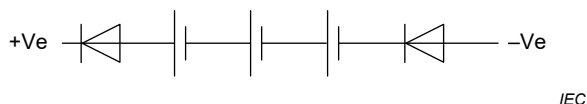
The maximum service temperature of the cells or batteries under worst case load (see 7.8.5) shall not exceed either the temperature specified by the manufacturer of the cells or batteries, or 80 °C if not specified by the manufacturer and the maximum charging and discharging current shall not exceed the safe value specified by the manufacturer by one of the following means:

- a) shall be provided with one or more control devices as described in 7.8.8 to prevent unacceptable overheating or gassing inside the compound,
- b) shall be provided with a series resistor to limit current to the cell rating and a blocking diode to preclude reverse charging.

In either case, the requirements in 7.8.4 through 7.8.7 apply as applicable.

7.8.4 Reverse current

For levels of protection “ma” and “mb” where there is another voltage source in the same enclosure, the encapsulated cell or battery and its associated circuits shall be protected against charging by circuits other than those specifically designed for charging. For example, by separating the cell or battery and its associated circuits from all other voltage source(s) inside the enclosure, using the distances specified in Table 1 for the highest voltage capable of causing the reverse current. Alternatively, the cell or battery only may be separated, from the other voltage source(s) using the distances specified in Table 1, but with one blocking diode for level of protection “mb”, or two blocking diodes for level of protection “ma”, fitted as shown in Figure 3, and so arranged as to reduce the risk of a single fault causing both diodes to be short-circuited.



NOTE Figure shows arrangement for Level of Protection “ma”.

Figure 3 – Fitting of blocking diodes

7.8.5 Current limitation

The maximum surface temperature shall be determined using the highest discharge current permitted by the maximum load specified by the equipment manufacturer, or by the protective device, see 7.9, for example 1,7 times the rating of the fuse, or at short circuit if neither a load nor a protective device is specified.

A resistor, a current limiting device or a fuse according to IEC 60127 or IEC 60691 or ANSI/UL 248 series may be used to ensure the maximum discharge current specified by the manufacturer of the cells or battery is not exceeded. If replaceable fuses are used the equipment shall be marked to show their rating and function.

NOTE It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer's specification of the resistor, current limiting device or fuse needs to be verified.

7.8.6 Protection against the polarity inversion and deep discharge of the cells

For level of protection “ma” and “mb” when more than 3 cells are used in series, the cell voltage shall be monitored. During discharging, if the voltage falls below the limit value for the cell voltage specified by the manufacturer of the cells or battery, the control device shall disconnect the cells or battery. For level of protection “mc”, if more than three cells are connected in series, precautions shall be taken to prevent reverse polarity charging of the cell.

NOTE 1 If several cells are connected in series, cells can change polarity during discharge due to the various capacities of the cells in a battery. These “reversed pole” cells can enter an inadmissible gassing range.

Where a deep discharge protection circuit is used to prevent reverse polarity charging of cells during discharge, the minimum cut-off voltage shall be that specified by the cell or battery manufacturer. After disconnecting the load, the current shall be no more than the discharge capacity at the 1 000 h rate.

NOTE 2 Such protection is often used to prevent cells going into a state of “deep discharge”. If an attempt is made to monitor too many cells connected in series, the protection will sometimes not function reliably due to tolerances in individual cell voltages and the protection circuit. Generally, monitoring of more than six cells (in series) by one protection unit is not effective.

7.8.7 Charging of cells or batteries

7.8.7.1 Level of protection “ma” and “mb”

The charging circuits shall be fully specified as part of the equipment. The charging system shall be such that either:

- a) with one fault condition of the charging system, the charging voltage and current shall not exceed the limits specified by the manufacturer;
- or
- b) if, during charging, it is possible for the limit values specified by the manufacturer of the cells or battery for the cell voltage or the charging current to be exceeded, a separate protective device in accordance with 7.9 shall be provided to minimize the possibility of a release of gas and also exceeding the manufacturer's maximum rated cell temperature during charging.

7.8.7.2 Level of protection “mc”

The charging system shall be such that in normal operation the charge voltage and current do not exceed the limits specified by the manufacturer based on the specified temperature range of the equipment. If cells and batteries, which are an integral part of the electrical equipment are to be charged in the hazardous area, the charger shall be fully specified as part of the equipment design. If cells or batteries, which are an integral part of the electrical equipment or can be separated from the equipment are charged outside of the hazardous area, the charging shall be within the limits specified by the manufacturer of the equipment.

7.8.8 Requirements for control safety devices for cells or batteries

Where required, the control devices shall form safety related parts of a control system. It shall be the responsibility of the manufacturer to provide the information necessary to maintain the integrity of the system.

NOTE Safety related parts meeting the requirements of PL c of ISO 13849-1 “Safety of machinery – Safety related parts of control systems – Part 1: General principles for design” will satisfy this subclause.

7.9 Protective devices

7.9.1 General

If relying on a protective device to limit maximum surface temperature when the “m” equipment is subjected to a single fault for level of protection “mb” or two faults for level of protection “ma”, the protective device shall be provided either external to the equipment or directly integrated into the equipment. Protective devices for level of protection “ma” shall be non resettable. Thermal protective devices for level of protection “mb” may be resettable.

The protective device shall be capable of interrupting the maximum fault current of the circuit in which it is installed. The rated voltage of the protective device shall at least correspond to the working voltage of the circuit in which it is installed.

Where the “m” equipment contains a cell or battery and a control device is provided to prevent excessive overheating (see 7.8.5), this control device can also be considered as a protective device, providing it also protects all other components inside the same compound from exceeding the maximum surface temperature.

NOTE 1 The use of protective devices is to protect against faults and unforeseen overloads, which overheat and/or permanently damage or compromise the operational life of the equipment. Where resettable devices are used, the instructions include information to guide the user in the desirability of re-setting the devices. These instructions are considering external operational conditions under which they might be reset and also any subsequent monitoring that might be desirable.

NOTE 2 Both, self-resetting and manually resettable devices are considered to be resettable devices for the purpose of this standard.

For level of protection “ma”, if the non resettable protective device complies with the IEC 60127 series or IEC 60691 or ANSI/UL 248 series, only one device is necessary. This applies to 7.9.2 and 7.9.3.

NOTE 3 It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer’s specification of the non resettable protective device needs to be verified.

NOTE 4 ANSI/UL 248-1 contains the applicable general safety requirements for low-voltage fuses, including the requirements to establish breaking capacity or interrupting rating. The other parts of the ANSI/UL 248 series provide additional specific safety requirements based on the intended application of the fuse, such as ANSI/UL 248-14 for supplemental low-voltage fuses.

7.9.2 Electrical protective devices

7.9.2.1 General

Protective devices shall have a voltage rating not less than that of the circuit in which they are installed and shall have a breaking capacity not less than the fault current of the circuit.

Unless otherwise specified, a fuse shall be assumed to be capable of passing 1,7 times the rated current continuously. The time-current characteristic of the fuse, as stated by the manufacturer of the fuse, shall ensure that the maximum surface temperature is not exceeded. For electrical protective devices two devices normally in series are required for level of protection “ma” and one device is required for level of protection “mb”. If for level of protection “ma”, the two devices are not in series, the activation of either device shall de-energize the circuitry relying on the protection. The two devices for level of protection “ma” shall be the same type of protective device (while not necessarily the same manufacturer and part number), so as to provide duplicated protection.

An electrical protective device is not required for level of protection “mc”.

NOTE In the case of electrical supply networks where the rated voltage does not exceed 250 V, the prospective short-circuit fault current is usually 1 500 A.

7.9.2.2 Protective devices that are connected to the “m” equipment

If the protective device is external to the “m” equipment it shall be seen as equipment required for the safety of the “m” equipment, in accordance with 7.9.2. This specific condition of use shall appear on the certificate and the equipment shall be marked in accordance with the “specific conditions of use” marking requirements of IEC 60079-0.

The use of an external protective device and its connection to “m” equipment requires the device to be compatible with “ma”, “mb”, or “mc” as appropriate.

NOTE Failure to use such a device in the intended manner will lead to loss of level of protection. Where an external protective device is used to control the correct application of voltage, current and power to equipment with level of protection “ma”, the performance of the external protective device or protective circuit is safe with one countable fault. The permitted levels of voltage, current and power are determined by the thermal characteristics of the “m” equipment.

7.9.3 Thermal protective devices

Thermal protective devices shall be used to protect the compound from damage caused by local heating, for example, by faulty components, or from exceeding the maximum surface temperature.

Non-resettable devices have no provision for being reset and open a circuit permanently after being exposed to a temperature higher than their operating temperature for a given maximum period. Adequate thermal coupling shall be achieved between the monitored component and the thermal protective device. The switching capability of the device shall be defined and shall be not less than the maximum possible load of the circuit.

If resettable thermal protective devices are used, two devices normally in series are required for level of protection “mb” and one device is required for level of protection “mc”. If for level of protection “mb” the two resettable thermal protective devices are not in series, the activation of either device shall de-energize the circuitry relying on the protection. The two devices for level of protection “mb” shall be the same type of thermal protective device (while not necessarily the same manufacturer and part number), so as to provide duplicated protection.

Resettable thermal protective devices with switching contacts shall not be operated at more than 2/3 of their rated current specified by the manufacturer of the device.

Resettable thermal protective devices with switching contacts shall either comply with IEC 60730-2-9, or shall be tested according to 8.2.7.1.

Resettable thermal protective devices without switching contacts shall either comply with IEC 60738-1, or shall be tested according to 8.2.7.2.

NOTE 1 Often for functional reasons, additional resettable devices other than the thermal protective devices addressed by this clause are used. These devices typically operate at temperatures lower than the operating temperature of the thermal protective device.

NOTE 2 It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer's specification of the resettable thermal protective device needs to be verified.

7.9.4 Built-in protective devices

Protective devices integral with the "m" equipment shall be of the enclosed type such that no compound can enter during the encapsulation process.

The suitability of the protective device for encapsulation shall be confirmed either by:

- a) a documentation from the manufacturer of the device;
- or
- b) testing of samples according 8.2.8.

NOTE Devices in glass, plastic, ceramic or otherwise sealed are regarded as enclosed types.

8 Type tests

8.1 Tests on the compound

8.1.1 Water absorption test

When required by 5.3.1 the test shall be carried out on samples of the compound(s) used in "m" equipment. Three dry samples of the compound(s) shall be tested. The samples shall be circular with a diameter of $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ and a thickness of $3 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$. The samples shall be weighed then immersed for at least 24 h in water, at a temperature of $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ }^{+2}_{0} \text{ K}$. They shall then be taken out of the water, wiped dry and weighed again within 1 minute. The increase in mass shall not exceed 1 %.

It is not required to use distilled water for this test.

8.1.2 Dielectric strength test

The sample shall be circular with a diameter of $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ and a thickness of $3 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$. The sample shall be symmetrically placed between electrodes $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ in diameter, within a temperature controlled oven, set to achieve the maximum service temperature of the compound.

A voltage of 4 kV r.m.s. $^{+5}_{0} \%$ and with frequency between 48 Hz and 62 Hz shall be applied for not less than 5 min. No flashover or breakdown shall occur during the test.

8.2 Tests on the apparatus

8.2.1 Test sequence

The test sequence and number of samples are given in Annex B.

8.2.2 Maximum temperature

A sample of “m” equipment shall be subjected to a type test to ensure that:

- a) the temperature limits specified in 6.1 are not exceeded in normal operation;
- b) for level of protection “ma” and “mb” the maximum surface temperature is not exceeded under fault conditions as defined in 7.2.1.

For “m” equipment without an external load, the test shall be carried out in accordance with the temperature measurements of IEC 60079-0 taking into account the supply conditions given in 4.4.

For “m” equipment with an external load, the test shall be carried out for level of protection “ma” and “mb” by adjusting the current to the highest value, which does not cause the protective device to operate, and for level of protection “mc” at the specified load parameters in normal operation and in the case of regular expected occurrences.

For level of protection “ma” equipment, designed for EPL “Da” the maximum surface temperature shall be determined with the equipment mounted in accordance with the manufacturer’s instructions, and surrounded on all available surfaces by dust with a layer thickness of at least 200 mm. The final temperature shall be considered to have been reached when the rate of rise of temperature does not exceed 1 K/24 h.

NOTE Testing, simulation and analysis is sometimes used in order to achieve the required temperature limitations under malfunction conditions for equipment with characteristics such as non-linear external loads, input power control, or difficult to define failure modes

8.2.3 Thermal endurance test

8.2.3.1 Thermal endurance to heat

8.2.3.1.1 Level of protection “ma” and “mb”

The test shall be carried out in accordance with IEC 60079-0. The temperature to be used as the reference service temperature for the test shall be either:

- a) the maximum surface temperature of the test sample under normal operation plus 20 K;
or
- b) the maximum temperature at the component surface in the compound under normal operation, see 6.2.2.

8.2.3.1.2 Level of protection “mc”

The test shall be carried out in accordance with IEC 60079-0.

The temperature to be used as the reference service temperature for the test shall be the maximum surface temperature under normal operation, see 6.2.1.

8.2.3.2 Thermal endurance to cold

The test shall be carried out in accordance with IEC 60079-0.

8.2.3.3 Acceptance criteria

After each test the sample shall be subjected to a visual inspection. No visible damage to the compound that could impair the type of protection shall be evident, for example cracks in the compound, exposure of encapsulated parts, failure of adhesion, inadmissible shrinkage, discoloration, swelling, decomposition or softening. A discoloration on the surface of the compound is permissible (for example oxidation in the case of epoxy resin).

In addition, any electrical protective device on which safety depends, other than thermal fuses, shall be verified as remaining functional.

8.2.4 Dielectric strength test

8.2.4.1 Test procedure

The test shall be carried out on the following arrangements of circuits as applicable:

- a) between galvanically isolated circuits;
- b) between each circuit and all earthed parts;
- c) between each circuit and the surface of the compound or the non-metallic enclosure that, if necessary, can be clad with a conductive foil.

For arrangement a), the voltage U to be used shall be the sum of the rated voltages of the two circuits being tested and for arrangements b) and c), the voltage U to be used shall be the rated voltage of the circuit being tested.

For arrangement b), circuits that contain transient suppression components connected between the circuit and the earthed parts, a special test sample without these components shall be permitted for the type test.

Dielectric strength shall be verified by test:

- either as given in a relevant industrial standard for the individual items of electrical equipment or,
 - at the test voltage according to 1) or 2) below and increased steadily within a period of not less than 10 s until it reaches the prescribed value, and it shall then be maintained for at least 60 s without dielectric breakdown occurring.
- 1) For equipment where the voltage U does not exceed 90 V peak, the test voltage shall be 500 V r.m.s. ($+5\%$ to 0%) at 48 Hz to 62 Hz. Alternatively, the test voltage shall be 700 V d.c. ($+5\%$ to 0%).
 - 2) For equipment where the voltage U exceeds 90 V peak, the test voltage shall be $2U + 1\,000$ V r.m.s. ($+5\%$ to 0%), with a minimum of 1 500 V r.m.s. at 48 Hz to 62 Hz. Alternatively, the test voltage shall be $2U + 1\,400$ V d.c. ($+5\%$ to 0%) with a minimum of 2 100 V d.c.

The test voltage shall be increased steadily within a period of not less than 10 s until it reaches the prescribed value, and it shall then be maintained for at least 60 s.

NOTE 1 In the case of equipment that, for electro-magnetic compatibility reasons, contain components connected to the enclosure for the suppression of interference pulses and which could be damaged during the tests, a partial discharge test is sometimes used as an alternative.

NOTE 2 If the circuit under test is not accessible from the exterior it is possible to prepare a specific test sample with additional connections

8.2.4.2 Acceptance criteria

The test shall be deemed as passed if no breakdown or arcing occurs during testing.

NOTE Typically the current flowing during the test will not exceed 5 mA r.m.s..

8.2.5 Cable pull test

8.2.5.1 Test procedure

The test shall be carried out on one sample, previously unstressed and at $21\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

A further test sample shall be subjected to the cable pull test after conditioning according to 8.2.3.1 at the maximum temperature at the cable entry point.

The tensile force applied shall be derived in the following way:

- Measure the diameter of the cable (mm), multiply this value by 20
- Measure the mass (kg) of the 'm' apparatus and multiply this value by 50
- Take the lower numerical value of these calculations and apply it (in Newtons) as tensile force for the cable pull test.

This value may be reduced to 25 % of the required value in the case of fixed installations. The minimum tensile force shall be 1 N and the minimum duration shall be 1 h. The force shall be applied in the least favourable direction.

8.2.5.2 Acceptance criteria

After testing, the sample shall be subjected to a visual inspection. Visible displacement of the cable, which affects the type of protection, shall not be evident. No damage to the compound or cable that could impair the type of protection shall be evident, for example, cracks in the compound, exposure of the encapsulated components or failure of adhesion.

8.2.6 Pressure test for Group I and Group II electrical equipment

8.2.6.1 Test procedure

For level of protection "ma" with any individual free spaces between 1 cm³ and 10 cm³ and level of protection "mb" with any individual free spaces between 10 cm³ and 100 cm³, two test samples shall be prepared with a pressure connection. Where there is more than one free space of a size requiring testing, the pressure test shall be carried out simultaneously in all those free spaces.

The pressure test shall be carried out on samples that have already been submitted to the thermal endurance tests (see 8.2.3).

The test shall be carried out with a pressure as shown in Table 6 applied for at least 10 s.

Table 6 – Test pressure

Minimum ambient temperature °C	Test pressure kPa
≥ –20 (a)	1 000
≥ –30	1 370
≥ –40	1 450
≥ –50	1 530
≥ –60	1 620
a) This covers equipment designed for the standard ambient temperature range specified in IEC 60079-0.	

As an alternative for 'mb' equipment if the component with a free space up to 100 cm³, prior to encapsulation, passes the Leakage test on sealed devices specified in IEC 60079-15 (without the conditioning, voltage, or dielectric withstand testing) it can be encapsulated without requiring the pressure test.

8.2.6.2 Acceptance criteria

After testing, the samples shall be visually inspected. No compound damage (such as cracks in the compound, exposure of the encapsulated components or failure of adhesion) that could impair the type of protection shall be evident. For constructions that are permitted to have no thickness of compound between a free space and a non-metallic enclosure wall, there shall also be no damage to the non-metallic enclosure wall(s).

8.2.7 Test for resettable thermal protective device

8.2.7.1 Resettable thermal protective devices with switching contacts

8.2.7.1.1 Test procedure

The function of the protective device shall be verified. This test shall be performed after the thermal endurance test. The device shall be capable switching its rated current $\geq 5\,000$ times.

8.2.7.1.2 Acceptance criteria

The test shall be deemed as passed if the protective device acts correctly after the test in the range specified in its datasheet.

8.2.7.2 Resettable thermal protective devices without switching contacts

8.2.7.2.1 Test procedure

The function of the protective device shall be verified. This test shall be performed after the thermal endurance test. The device shall be capable of acting (direct or indirect limiting the temperature rise) ≥ 500 times.

8.2.7.2.2 Acceptance criteria

The test shall be deemed as passed if the protective device acts correctly after the test in the range specified in its datasheet.

8.2.8 Sealing test for built-in protective devices

The test is to be performed on five samples. With the test samples at an initial temperature of $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, they are suddenly immersed in water at a temperature of $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ to a depth of not less than 25 mm for at least 1 min. The devices are considered to be satisfactory if no bubbles emerge from the samples during this test. Alternatively, a test can be applied where five samples are examined after the encapsulation to ensure that the compound has not entered the interior.

9 Routine verifications and tests

9.1 Visual inspections

Each piece of “m” equipment shall be subjected to a visual inspection. No damage shall be evident, such as cracks in the compound, exposure of the encapsulated parts, flaking, inadmissible shrinkage, swelling, decomposition, failure of adhesion (separation of any adhered parts) or softening.

9.2 Dielectric strength test

For circuits, which are accessible from the exterior the dielectric strength test shall be used to test the isolation of circuits from each other and from their environment. The test shall be carried out on these circuits in accordance with 8.2.4. Alternatively, the test method given in Annex C may be used for the test between each circuit and the surface of the compound or the non-metallic enclosure.

The test voltage shall be applied for at least 1 s.

Alternatively, 1,2 times the test voltage may be applied and maintained for at least 100 ms.

In some cases, the actual test period may need to be significantly longer than 100 ms as a sample with a large distributed capacitance takes some additional time to reach the required test voltage.

The test shall be deemed as passed if no breakdown or arcing occurs during testing.

NOTE Typically the current flowing during the test will not exceed 5 mA r.m.s..

Contrary to the above, the dielectric strength test for cells or batteries shall be carried out in accordance with the routine dielectric test requirements of IEC 60079-7.

In the case of equipment that employs circuits that contain transient suppression components connected between the circuit and the earthed parts, the equipment need not be subjected to routine dielectric strength tests, if intended for use only with a galvanically isolated circuit, and shall be marked "X" to indicate this specific condition of use in accordance with the "specific conditions of use" marking requirements of IEC 60079-0.

For level of protection "mc", where there is a routine dielectric strength test in the relevant industrial standard for the individual items of the electrical equipment, this test shall be permitted to be used to satisfy the routine dielectric test requirement for level of protection "mc".

10 Marking

In addition to the requirements of IEC 60079-0, the marking shall include:

- a) the rated voltage,
- b) the rated current,
- c) the prospective short-circuit current of the external electric supply source if less than 1 500 A, for example "Permitted supply short-circuit current: 500 A".
- d) optionally, the permitted prospective short-circuit current of the external electrical supply if the equipment is designed for a short-circuit current of 1 500 A or more, for example "Permitted supply short-circuit current: 3 500 A".
- e) for levels of protection "mb" and "mc" for EPL Db and EPL Dc, tested without a dust layer, the maximum surface temperature in degrees Celsius and the unit of measurement °C preceded with the letter "T", (e.g. T 90 °C). For level of protection "ma" for EPL Da, and where appropriate for level of protection "mb" and "mc" for EPL Db and EPL Dc tested with dust layer, the maximum surface temperature T_L shall be shown as a temperature value in degrees Celsius and the unit of measurement °C, with the layer depth L indicated as a subscript in mm, (e.g. $T_{200} 320$ °C). In the case of Levels of Protection "mb" and "mc" for EPL Db or Dc, tested with a dust layer, The maximum surface temperature without the dust layer is not required to be marked. Alternatively the marking indicated in c), d) and e) above can be included in the instructions and the equipment shall be marked "X" to indicate this specific condition of use in accordance with the "specific conditions of use" marking requirements of IEC 60079-0.

Annex A (informative)

Basic requirements for compounds for “m” equipment

Figure A.1 shows basic requirements for compounds for “m” equipment.

NOTE This Annex only provides a general overview. Specific attention needs to be paid to the detailed text of the applicable requirements when developing the test program for specific equipment.

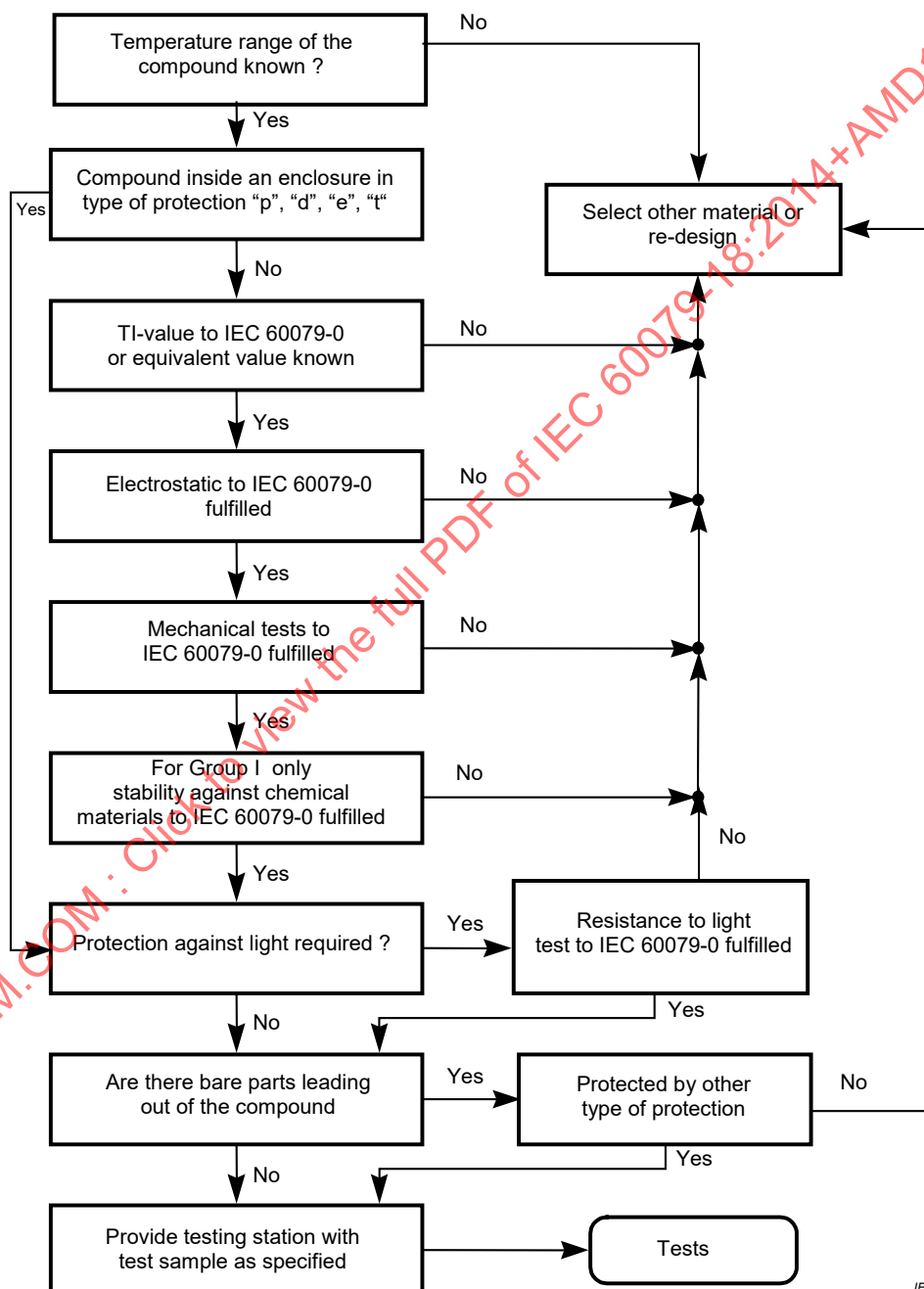


Figure A.1 – Basic requirements for compounds for “m” equipment

Annex B (informative)

Allocation of test samples

Table B.1 shows allocation of test samples.

NOTE This Annex only provides a general overview. Specific attention needs to be paid to the detailed text of the applicable requirements when developing the test program for specific equipment.

Table B.1 – Allocation of test samples

Standard tests		Additional tests	
Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
Determination of limiting temperature in accordance with 6.3			
		Cable pull test in accordance with 8.2.5	Thermal endurance test based on the service temperature determined at the point where the cable enters the compound in accordance with 8.2.3.1
Thermal endurance to heat in accordance with 8.2.3.1	Thermal endurance to heat in accordance with 8.2.3.1		
Thermal endurance to cold in accordance with 8.2.3.2	Thermal endurance to cold in accordance with 8.2.3.2		
Resettable thermal protective device test in accordance with 8.2.7	Resettable thermal protective device test in accordance with 8.2.7		Cable pull test in accordance with 8.2.5
Dielectric strength test in accordance with 8.2.4	Dielectric strength test in accordance with 8.2.4		
Pressure test in accordance with 8.2.6 (if required)	Pressure test in accordance with 8.2.6 (if required)		
Mechanical tests in accordance with IEC 60079-0 (if required)	Mechanical tests in accordance with IEC 60079-0 (if required)		
The tests are carried out in the order they appear in each column.			

Annex C (normative)

Dielectric strength test between circuits and environment

C.1 General

Subclause 8.2.4.1 c) describes a dielectric strength test between circuits (for example, external connections) and the non-metallic surface of the equipment (either a non-metallic enclosure or the surface of the compound).

For large batches of equipment, where it is impractical to perform this as a routine test in accordance with 9.2, this may be conducted as a batch test in accordance with C.2, provided that:

- a) The material datasheet for the enclosure material or the compound specifies a breakdown voltage at least 1.5 times the test voltage specified in 8.2.4.1 (taking account of the enclosure material or compound thickness). Where both the compound and the enclosure material are needed to contribute to the dielectric strength, the lower value of breakdown voltage shall be applied to the total distance through both compound and enclosure;
- b) The dielectric strength test voltage of the type test is 1,5 times the test voltage specified in 8.2.4.1;
- c) The physical test arrangement is as described in 8.2.4.1c);
- d) The acceptance criteria is as 8.2.4.2;
- e) The batch test requirement is included in the manufacturer's documentation.

C.2 Batch test procedure

The batch test shall be made according to the following criteria, based on the sampling data in ISO 2859-1:

- a) For a production batch up to 100, 8 samples shall be tested at 1,5 times the test voltage required by 8.2.4.1, with no failures;
- b) For a production batch from 101 to 1 000, 32 samples shall be tested at 1,5 times the test voltage required by 8.2.4.1, with no failures;
- c) For a production batch from 1 001 to 10 000, 80 samples shall be tested at 1,5 times the test voltage required by 8.2.4.1, with no failures;
- d) Batches above 10 000 shall be divided into smaller batches.

If there are any non-compliant test results, all remaining samples in the batch shall be routine tested (100 %) at the test voltage required by 8.2.4.1.

Bibliography

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

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

IEC 60079-2, *Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosures "p"*

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

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

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

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

IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

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

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

IEC 60622, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

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

IEC 60747-5-5, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 5-5: Optoelectronic devices – Photocouplers*

IEC 61951-1, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 1: Nickel-cadmium*

IEC 61951-2, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 2: Nickel-metal hydride*

ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	39
1 Domaine d'application	43
2 Références normatives	43
3 Termes et définitions	44
4 Généralités	45
4.1 Niveau de protection (EPL pour equipment protection level – niveau de protection du matériel)	45
4.2 Exigences supplémentaires pour les niveaux de protection "ma" et "mb"	45
4.3 Exigences supplémentaires pour le niveau de protection "ma"	46
4.4 Tension assignée et courant de court-circuit présumé	46
5 Exigences pour les composés	46
5.1 Généralités	46
5.2 Spécification	46
5.3 Propriétés du composé	46
5.3.1 Absorption d'eau	46
5.3.2 Rigidité diélectrique	47
6 Températures	47
6.1 Généralités	47
6.2 Détermination des températures limites	47
6.2.1 Température maximale de surface	47
6.2.2 Température du composé	47
6.3 Limitation de température	47
7 Exigences de construction	48
7.1 Généralités	48
7.2 Détermination des défauts	48
7.2.1 Examen des défauts	48
7.2.2 Composants considérés comme ne pouvant pas être défaillants	49
7.2.3 Composants d'isolation	49
7.2.4 Distances de séparation infaillibles	50
7.3 Espace libre dans l'encapsulage	51
7.3.1 Matériel "m" du Groupe III	51
7.3.2 Matériel "m" du Groupe I et du Groupe II	52
7.4 Épaisseur du composé	53
7.4.1 Matériel "m"	53
7.4.2 Enroulements pour machines électriques	55
7.4.3 Cartes de circuits imprimés rigides multicouches avec connexions traversantes	55
7.5 Contacts de commutation	57
7.5.1 Généralités	57
7.5.2 Niveau de protection "ma"	57
7.5.3 Niveau de protection "mb"	57
7.5.4 Niveau de protection "mc"	57
7.6 Connexions externes	57
7.6.1 Généralités	57
7.6.2 Exigences supplémentaires pour le matériel "ma"	57
7.7 Protection des parties actives nues	57

7.8	Piles et accumulateurs	58
7.8.1	Généralités	58
7.8.2	Prévention des dégagements gazeux	58
7.8.3	Protection contre les températures excessives et contre la détérioration des piles et accumulateurs	58
7.8.4	Courant inverse	58
7.8.5	Limitation de courant	59
7.8.6	Protection contre l'inversion de polarité et les décharges sévères des piles et accumulateurs	59
7.8.7	Charge des piles et accumulateurs	60
7.8.8	Exigences pour les dispositifs de contrôle de sécurité des piles ou accumulateurs	60
7.9	Dispositifs de protection	60
7.9.1	Généralités	60
7.9.2	Dispositifs de protection électrique	61
7.9.3	Dispositifs de protection thermique	61
7.9.4	Dispositifs de protection incorporés	62
8	Essais de type	62
8.1	Essais sur le composé	62
8.1.1	Essai d'absorption d'eau	62
8.1.2	Essai de rigidité diélectrique	63
8.2	Essais du matériel	63
8.2.1	Séquence d'essai	63
8.2.2	Température maximale	63
8.2.3	Essai d'endurance thermique	63
8.2.4	Essai de rigidité diélectrique	64
8.2.5	Essai de traction de câble	65
8.2.6	Essai de pression pour le matériel électrique du Groupe I et du Groupe II	65
8.2.7	Essais des dispositifs de protection thermique réarmables	66
8.2.8	Essai d'étanchéité pour les dispositifs de protection incorporés	66
9	Vérifications et essais individuels de série	67
9.1	Inspections visuelles	67
9.2	Essai de rigidité diélectrique	67
10	Marquage	67
Annexe A (informative)	Exigences de base pour les composés pour matériel "m"	69
Annexe B (informative)	Allocation des échantillons d'essai	71
Annexe C (normative)	Essai de rigidité diélectrique entre les circuits et l'environnement	72
C.1	Généralités	72
C.2	Procédure d'essai par lots	72
Bibliographie		73
Figure 1	– Règles dimensionnelles pour les épaisseurs dans le composé	54
Figure 2	– Distances minimales pour les cartes de circuits imprimés multicouches	56
Figure 3	– Mise en place de diodes de blocage	59
Figure A.1	– Exigences de base pour les composés pour matériel "m"	70

Tableau 1 – Distances dans le composé	51
Tableau 2 – Épaisseur minimale du composé adjacent à un espace libre pour le matériel "m" du Groupe III	52
Tableau 3 – Épaisseur minimale du composé adjacent à un espace libre pour le matériel "m" du Groupe I et du Groupe II	53
Tableau 4 – Épaisseur du composé	55
Tableau 5 – Distances minimales pour cartes de circuits imprimés multicouches	56
Tableau 6 – Essai de pression	66
Tableau B.1 – Allocation des échantillons d'essai	71

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-18:2014+AMD1:2017 CSV

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 18: Protection du matériel par encapsulage "m"

AVANT-PROPOS

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

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son(ses) amendement(s) a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

IEC 60079-18 édition 4.1 contient la quatrième édition (2014-12) [documents 31/1152/FDIS et 31/1168/RVD] et son amendement 1 (2017-08) [documents 31/1323/FDIS et 31/1336/RVD].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60079-18 a été établie par le comité d'études 31 de l'IEC: Matériel pour atmosphères explosives.

Cette quatrième édition constitue une révision technique.

Cette Norme Internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60079-0, *Atmosphères explosives – Partie 0: Matériel – Exigences générales*.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

Explication de l'importance des modifications	Article	Type		
		Modifications mineures et rédactionnelles	Extension	Modifications techniques majeures
Définitions supprimées et déplacées vers l'IEC 60079-0	3	X		
Titre modifié/ajouté pour clarifier les exigences qui sont supplémentaires pour "ma" niveau de protection uniquement	4	X		
Ajout de la conductivité thermique	5.2		X	
Ajout d'une note spécifiant que la vérification de la conformité du composé à la spécification du constructeur n'est pas une exigence de la présente Norme	5.3.2	X		
Ajout d'une clarification	6.2.2	X		
Ajout d'une clarification	7.1	X		
Ajout d'options et d'une clarification pour la détermination des défauts	7.2		X	
Ajout d'informations supplémentaires à la Figure 1	7.4.1	X		
La phrase "Les vernis et revêtements similaires ne sont pas considérés comme des isolations solides." a été ajoutée à cette partie et supprimée de la définition 3.8	7.4.2	X		
Ajout de normes supplémentaires pour les cartes de circuits imprimés rigides multicouches avec connexions traversantes	7.4.3.1		X	
Protection contre les températures excessives et contre la détérioration des piles et accumulateurs	7.8.3			C1
Ajout de possibilités supplémentaires et clarifiées pour les dispositifs de protection électrique	7.9.2		X	
Ajout de possibilités supplémentaires et clarifiées pour les dispositifs de protection thermique	7.9.3		X	
Suppression de la limitation à 2/3 de la tension	7.9.3		X	
Détermination de la température maximale pour "Da"	8.2.2			C2
Stabilisation de la température	8.2.2			C3
Endurance thermique à la chaleur	8.2.3.1		X	
Détermination de la température comme température de service de référence et indication d'autres possibilités d'essais	8.2.3.1.1		X	
Ajout d'autres possibilités pour la procédure d'essai de rigidité diélectrique	8.2.4.1		X	
Ajout d'autres méthodes d'essai pour l'essai de pression exigé du matériel électrique des groupes I et II	8.2.6		X	
Essai d'étanchéité pour les dispositifs de protection incorporés	8.2.8		X	
Ajout d'autres possibilités pour la procédure d'essai de rigidité diélectrique	9.2		X	
Marquage	10		X	

Explication des types de modifications majeures:

A) Définitions

1. Modifications mineures et rédactionnelles:

- Clarification
- Diminution des exigences techniques
- Modification technique mineure
- Corrections rédactionnelles

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

2. Extension:

- Ajout d'options techniques

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

3. Modifications techniques majeures:

- ajout d'exigences techniques
- augmentation des exigences techniques

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

Note Ces modifications reflètent les connaissances technologiques actuelles. Cependant, il convient que ces modifications n'aient pas d'influence sur le matériel déjà sur le marché.

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

C1 Article 7.8.3 Modification des exigences et ajout d'exigences supplémentaires pour les piles et accumulateurs

C2 La flexibilité indiquée dans l'IEC 60079-0 est remplacée par une exigence min. Pour le niveau de protection du matériel "ma", conçu pour l'EPL (equipment protection level – niveau de protection du matériel) "Da", la température maximale de surface doit être déterminée avec le matériel monté conformément aux instructions du constructeur et entouré sur toute la surface disponible par une couche de poussière d'une épaisseur d'au moins 200 mm

C3 L'échauffement qui se produit au cours de l'essai peut être un processus très lent. Il doit être considéré que la température finale a été atteinte quand la vitesse d'échauffement ne dépasse pas 1 K/24 h.

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

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de juillet 2018 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-18:2014+AMD1:2017 CSV

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 18: Protection du matériel par encapsulage "m"

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60079 définit les exigences spécifiques à la construction, aux essais et au marquage des matériels électriques, des parties de matériels électriques et des composants Ex protégés par encapsulage de type "m" et destinés à une utilisation dans les atmosphères explosives gazeuses ou les atmosphères explosives poussiéreuses.

La présente partie ne s'applique qu'aux matériels électriques protégés par encapsulage, aux parties de matériel électrique protégées par encapsulage et aux composants Ex protégés par encapsulage (ci-après toujours dénommés matériel "m") pour lesquels la tension assignée n'excède pas 11 kV.

L'utilisation du matériel électrique en atmosphère pouvant contenir simultanément du gaz explosif et des poussières combustibles peut nécessiter des mesures de protection supplémentaires.

La présente Norme ne s'applique pas aux poussières d'explosifs qui n'exigent pas d'oxygène de l'air pour leur combustion ni aux substances pyrophoriques.

La présente Norme ne tient pas compte des risques, quels qu'ils soient, résultant d'une émission de gaz inflammable ou toxique provenant de la poussière.

La présente Norme complète et modifie les exigences générales de l'IEC 60079-0. Si une exigence de la présente Norme est en conflit avec une exigence de l'IEC 60079-0, l'exigence de la présente Norme a préséance.

2 Références normatives

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

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

IEC 60079-7, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection de l'équipement par sécurité augmentée "e"*

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

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

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

IEC 60079-31, *Atmosphères explosives – Partie 31: Protection contre l'inflammation de poussières par enveloppe "t" relative au matériel*

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

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

IEC 60691, *Protecteurs thermiques – Prescriptions et guide d'application*

IEC 60730-2-9, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 2-9: Règles particulières pour les dispositifs de commande thermosensibles*

IEC 60738-1, *Thermistances – Coefficient de température positif à chauffage direct – Partie 1: Spécification générique*

IEC 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61558-1, *Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues – Partie 1: Exigences générales et essais*

IEC 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité*

IEC 62326-4-1, *Cartes imprimées – Partie 4: Cartes imprimées multicouches rigides avec connexions intercouches – Spécification intermédiaire – Section 1: Spécification particulière d'agrément: Niveaux de performances A, B et C*

ANSI/UL 248 (toutes parties), *Standard for low-voltage fuses*

ANSI/UL 746B, *Standard for polymeric materials – Long-term property evaluations*

ANSI/UL 796, *Printed-Wiring Boards*

IPC-A-600, *Acceptability of Printed Boards*

IPC-6012, *Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60079-0 et les définitions suivantes s'appliquent.

NOTE Des définitions supplémentaires applicables aux atmosphères explosives sont données dans l'IEC 60050-426.

3.1

encapsulage "m"

mode de protection dans lequel les parties de matériel qui sont capables d'enflammer une atmosphère explosive par étincelle ou échauffement sont complètement enfermées dans un composé ou dans une autre enveloppe non métallique autorisée avec adhérence, de telle sorte que l'inflammation d'une couche de poussière ou d'une atmosphère explosive dans des conditions de fonctionnement ou d'installation ne peut se produire

3.2

plage de températures du composé

plage de températures dans laquelle les propriétés du composé, lors du fonctionnement ou du stockage, sont conformes aux exigences de l'IEC 60079-18

3.3

surface libre

surface du composé exposée aux atmosphères explosives et/ou couches de poussières

3.4

contact de commutation

contact mécanique destiné à établir ou à couper un circuit électrique

3.5

adhérence

agrégat permanent d'un composé à la surface d'une paroi et qui est étanche à l'humidité, au gaz et à la poussière

3.6

défaut pris en compte

défaut qui survient dans les parties de matériel électrique conformes aux exigences de construction

3.7

séparation infaillible

séparation entre les parties électriquement conductrices qui est considérée comme non sujette aux courts-circuits

3.8

isolement solide

matériau d'isolement qui est extrudé ou moulé, mais non coulé

Note 1 à l'article: Les isolateurs fabriqués à partir de deux ou de plusieurs pièces en matériau isolant qui sont solidement fixés ensemble, peuvent être considérés comme solides.

4 Généralités

4.1 Niveau de protection (EPL pour equipment protection level – niveau de protection du matériel)

Le matériel électrique avec encapsulage "m" doit être soit de:

- a) niveau de protection "ma" (EPL "Ma, Ga, Da"),
- b) niveau de protection "mb" (EPL "Mb, Gb, Db"), ou
- c) niveau de protection "mc" (EPL "Gc, Dc").

Les exigences de la présente Norme s'appliquent à tous les niveaux de protection pour l'encapsulage "m", sauf spécification contraire.

4.2 Exigences supplémentaires pour les niveaux de protection "ma" et "mb"

Les composants sans protection supplémentaire doivent être utilisés à condition qu'ils ne puissent pas endommager mécaniquement ou thermiquement l'encapsulage en cas de toute condition de défaut spécifiée dans la présente Norme.

En variante, lorsqu'un défaut d'un composant interne peut entraîner une défaillance de l'encapsulage "m" par suite d'un échauffement, les exigences de 7.9 doivent s'appliquer.

4.3 Exigences supplémentaires pour le niveau de protection "ma"

La tension de service en tout point du circuit ne doit pas dépasser 1 kV.

4.4 Tension assignée et courant de court-circuit présumé

La tension assignée et le courant de court-circuit présumé doivent être spécifiés de façon à ce que la température limite ne soit pas dépassée pour le niveau de protection approprié "ma", "mb" ou "mc".

5 Exigences pour les composés

5.1 Généralités

La documentation doit spécifier le ou les composés utilisés et la ou les méthodes de mesure, y compris les mesures visant à empêcher la formation de vides.

Au minimum, les propriétés du ou des composés dont dépend l'encapsulation "m" doivent être effectives.

NOTE La sélection correcte des composés permet l'expansion des composants lors du fonctionnement et dans l'éventualité de défauts autorisés.

5.2 Spécification

La spécification pour le composé doit comprendre ce qui suit:

- a) le nom et l'adresse du constructeur du composé,
- b) la référence exacte et complète du composé et le cas échéant le pourcentage des charges et autres additifs, les rapports de mélange et la désignation du type,
- c) le cas échéant, tout traitement de surface du ou des composés, par exemple vernissage,
- d) le cas échéant, toute exigence de prétraitement du composant dans le but d'obtenir une meilleure adhérence du composé sur le composant, par exemple nettoyage, gravure,
- e) la rigidité diélectrique conformément à l'IEC 60243-1, à la température maximale de service du composé déterminée selon 8.2.2 a), si la valeur de cette température est disponible; si elle n'est pas disponible, les exigences de 5.3.2 doivent être appliquées,
- f) plage de températures du ou des composés (y compris la COT (continuous operating temperature – température de fonctionnement continu) maximale et la COT minimale),
- g) dans le cas d'un matériel "m" pour lequel le composé constitue une partie de l'enveloppe externe, la valeur de l'indice de température IT tel que défini par l'IEC 60079-0. Comme variante à l'indice de température IT, l'indice relatif thermique (IRT – mécanique) peut être déterminé conformément à ANSI/UL 746B,
- h) la couleur du composé utilisé pour les échantillons d'essai, si la spécification du composé est influencée par un changement de couleur,
- i) la conductivité thermique si la méthode d'essai de remplacement de 6.2.2 est utilisée.

NOTE La vérification de la conformité du composé à la spécification du constructeur n'est pas une exigence de la présente Norme.

5.3 Propriétés du composé

5.3.1 Absorption d'eau

Le composé doit être soit soumis à essai selon 8.1.1 soit, si cet essai n'est pas réalisé, le numéro de certificat du matériel doit comprendre le suffixe "X" conformément aux exigences de marquage de l'IEC 60079-0 et les conditions spécifiques d'utilisation énumérées sur le certificat doivent détailler les précautions nécessaires.

5.3.2 Rigidité diélectrique

Si la valeur de la rigidité diélectrique conformément à l'IEC 60243-1 à la température maximale de service conforme à 8.2.2 a) du composé n'est pas disponible auprès du constructeur du matériel, un essai doit être réalisé selon 8.1.2.

NOTE La vérification de la conformité du composé à la spécification du constructeur n'est pas une exigence de la présente Norme.

6 Températures

6.1 Généralités

La température de service du composé, déterminée conformément à l'IEC 60079-0, ne doit pas dépasser la valeur maximale de la COT du composé. La température maximale de surface doit être déterminée conformément à l'IEC 60079-0 dans des conditions de fonctionnement normal et dans des conditions de défaut telles que définies en 7.2.1. Le matériel "m" doit être protégé de telle façon que l'encapsulage "m" ne soit pas altéré dans ces conditions de défaut.

6.2 Détermination des températures limites

6.2.1 Température maximale de surface

La température maximale de surface doit être déterminée en utilisant la méthode d'essai donnée en 8.2.2 conformément aux conditions d'alimentation spécifiées en 4.4.

NOTE Cette température est utilisée pour déterminer la classe de température pour les atmosphères explosives gazeuses ou la température maximale de surface, exprimée en degrés Celsius, du matériel destiné aux atmosphères explosives poussiéreuses, ou les deux.

6.2.2 Température du composé

Le composant le plus chaud doit être déterminé. La température maximale dans le composé, à proximité du composant le plus chaud, doit être déterminée en utilisant la méthode d'essai donnée en 8.2.2 pour le fonctionnement normal.

En variante, la température du composant le plus chaud en fonctionnement normal peut être déterminée soit par calcul, soit à partir de la spécification du constructeur, soit en soumettant à l'essai le composant dans les conditions d'application prévues, avant encapsulage du composant si la conductivité thermique du composé est supérieure à celle de l'air.

NOTE La conductivité thermique de l'air est le plus souvent définie comme étant de 0,25 W/m*K (conditions normales).

6.3 Limitation de température

Lorsque le matériel peut être défectueux selon 7.2.1, ou en cas de possible échauffement, par exemple à la suite de l'application d'une tension dommageable selon 7.2.1 ou suite à une charge dommageable, ces paramètres doivent être pris en compte pour déterminer les températures limites.

Lorsque pour des raisons de sécurité, il faut qu'un dispositif de protection limite les températures, ce doit être un dispositif électrique ou thermique externe au matériel ou directement intégré au matériel, tel que défini en 7.9.

7 Exigences de construction

7.1 Généralités

Lorsque le composé fait partie de l'enveloppe externe, il doit satisfaire aux exigences de l'IEC 60079-0 applicables aux enveloppes non métalliques et aux parties d'enveloppes non métalliques.

Si la surface du composé est totalement ou partiellement entourée par une enveloppe et que l'enveloppe fait partie de la protection, l'enveloppe ou les parties de l'enveloppe doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60079-0 applicables aux enveloppes.

Il peut être exigé que l'utilisateur applique des mesures de protection supplémentaires dans l'installation afin de satisfaire aux exigences de la présente Norme. Par exemple, une protection mécanique supplémentaire peut être exigée pour protéger le matériel contre un choc direct. Dans de tels cas, le numéro de certificat du matériel doit comprendre le suffixe "X" conformément aux exigences de marquage de l'IEC 60079-0 et les conditions spécifiques d'utilisation énumérées sur le certificat doivent détailler les précautions nécessaires.

Des mesures appropriées doivent être prises pour tenir compte de l'expansion des composants pendant un fonctionnement normal et en cas d'apparition de défaut selon 7.2.

Les exigences de 7.2 à 7.9 sont différentes selon que le composé adhère ou non à l'enveloppe. La spécification d'une adhérence vise à empêcher l'introduction d'atmosphères explosives et d'humidité aux interfaces des surfaces de séparation (par exemple enveloppe-composé, composé-parties non entièrement recouvertes par le composé, telles que cartes de circuits imprimés, bornes de connexion, etc.). Lorsque l'adhérence est nécessaire pour assurer le mode de protection, elle doit être intacte après la fin de tous les essais requis. Le choix du ou des composés à utiliser pour une application spécifique dépend du rôle attribué à chaque composé. Si un composé est soumis à l'essai une fois pour une application donnée, cela ne le qualifie pas pour toutes les applications.

NOTE Des essais d'adhérence sont à l'étude.

7.2 Détermination des défauts

7.2.1 Examen des défauts

Lorsqu'il est soumis à l'essai conformément à l'IEC 60079-0, l'encapsulage "m" doit être maintenu dans le cas de

- a) la charge la plus défavorable et
- b) jusqu'à deux défauts internes pris en compte pour le niveau de protection "ma", et jusqu'à un défaut interne pris en compte pour le niveau de protection "mb", en tenant compte de 7.2.2, 7.2.3 et 7.2.4.

Aucun défaut n'est pris en compte pour le niveau de protection "mc".

NOTE Des défauts sont, par exemple, un court-circuit dans un composant, la défaillance d'un composant ou un défaut entre les pistes sur une carte de circuits imprimés, mais pas au début d'une piste.

La défaillance de certains composants peut provoquer des conditions instables, par exemple la variation d'une résistance de faible à élevée. Dans ces cas, la condition la plus défavorable doit être retenue.

Si un défaut entraîne ultérieurement un ou plusieurs autres défauts, par exemple à la suite de la surcharge d'un composant, le défaut initial et le ou les défauts ultérieurs doivent être considérés comme constituant un seul défaut.

7.2.2 Composants considérés comme ne pouvant pas être défaillants

Pour les niveaux de protection "ma" et "mb", les composants suivants doivent être considérés comme ne pouvant pas être défaillants s'ils sont encapsulés conformément aux exigences de la présente Norme, s'ils sont appropriés pour la température de service et s'ils ne sont pas chargés à plus de 2/3 de leur tension assignée, courant assigné et puissance assignée correspondant aux caractéristiques assignées du dispositif, aux conditions de montage et à la plage de températures spécifiées:

- résistances,
- bobines spiralées à une seule couche,
- condensateurs plastiques multicouches,
- condensateurs au papier,
- condensateurs céramiques,
- semi-conducteurs,
- dispositifs à semi-conducteurs utilisés comme dispositif de protection selon 7.9,
- résistances utilisées comme dispositif de protection selon 7.9, si elles sont conformes aux résistances de limitation de courant de l'IEC 60079-11 pour le niveau de protection «ia» ou «ib».

Pour les niveaux de protection "ma" et "mb", les enroulements conformes à l'IEC 60079-7, y compris ceux dont le diamètre de fil est inférieur à 0,25 mm, doivent être considérés comme ne pouvant pas être défaillants s'ils sont encapsulés conformément aux exigences de la présente Norme.

7.2.3 Composants d'isolation

Pour la séparation de différents circuits, les composants suivants doivent être considérés fournir l'isolation et ne sont pas considérés comme pouvant être défaillants pour ce qui concerne l'isolation:

- Composants à isolation galvanique (par exemple coupleurs optoélectroniques et relais),
 - si la tension d'isolement assignée est conforme à $2U + 1\,000\text{ V eff. } +5\%_0$ ou $1\,500\text{ V eff.}$ la valeur la plus élevée étant retenue (U est la somme des tensions efficaces assignées des deux circuits), ou
 - pour une tension d'isolement assignée pour ce qui concerne l'isolation de plus de 60 V (somme des tensions efficaces assignées des deux circuits), coupleurs optoélectroniques et relais assurant une double isolation ou une isolation renforcée entre les circuits conformément à l'IEC 61140 ou
 - conformes à l'IEC 60079-11 pour le niveau de protection «ia» ou «ib».
- Transformateurs,
 - conformes à l'IEC 61558-2-6, ou
 - assurant une double isolation ou une isolation renforcée entre les circuits conformément à l'IEC 61558-1, ou
 - conformes à l'IEC 60079-11 pour le niveau de protection «ia» ou «ib».

NOTE 1 La vérification de la conformité aux normes citées ci-dessus selon la spécification du constructeur, en ce qui concerne la séparation, n'est pas une exigence de la présente Norme.

NOTE 2 Les composants à isolation galvanique assurant une double isolation ou une isolation renforcée conformément à une norme de produit sont considérés comme satisfaisant aux exigences de l'IEC 61140 ou de l'IEC 60747-5-5 dans le cas des coupleurs optoélectroniques.

7.2.4 Distances de séparation infaillibles

7.2.4.1 Généralités

Il n'est pas nécessaire de considérer la possibilité d'un défaut, tel que cela est décrit en 7.2.1 dans le cas d'un claquage de tension, si la distance entre les parties nues sous tension:

- du même circuit, ou
- d'un circuit et de parties métalliques à la terre, ou
- de deux circuits séparés (la somme des tensions de service doit être prise en tant que tension pour le Tableau 1; si une des tensions de service est inférieure de 20 % par rapport à l'autre, elle ne doit pas être prise en compte),

satisfait aux exigences de 7.2.4.2 et, s'il y a lieu, de 7.2.4.3.

7.2.4.2 Distances dans le composé

Les distances dans le composé doivent être considérées infaillibles par rapport au court-circuit pour le niveau de protection "ma" et le niveau de protection "mb" si elles sont conformes aux valeurs du Tableau 1, à condition que les distances dans le composé soient fixées ou maintenues mécaniquement avant l'encapsulage.

NOTE Quand une enveloppe non métallique d'une adhérence appropriée et d'une épaisseur minimale spécifique donnée admet une épaisseur nulle du composé selon la lettre c de la Légende du Tableau 4 et de la Figure 1, les distances de séparation des parties sous tension correspondantes sont toujours considérées infaillibles par rapport au court-circuit.

Les distances qui sont comprises entre les distances minimales données pour le niveau de protection "mc" et les distances infaillibles données pour les niveaux de protection "ma" et "mb" ne sont pas considérées comme infaillibles et elles doivent être évaluées en tant que "défaut pris en compte". Les distances inférieures à celles données pour le niveau de protection "mc" sont considérées comme des courts-circuits si elles dégradent le mode de protection "m".

Pour le niveau de protection "mc", les valeurs du Tableau 1 constituent des exigences de construction et elles peuvent être obtenues par immobilisation mécanique avant l'encapsulage.

Tableau 1 – Distances dans le composé

Tension U eff. ou en courant continu (voir ^a) V	Distance minimale mm		
	"ma"	"mb"	"mc"
≤ 32	0,5	0,5	0,2
≤ 63	0,5	0,5	0,3
≤ 400	1	1	0,6
≤ 500	1,5	1,5	0,8
≤ 630	2	2	0,9
$\leq 1\,000$	2,5	2,5	1,7
$\leq 1\,600$	-	4	4
$\leq 3\,200$	-	7	7
$\leq 6\,300$	-	12	12
$\leq 10\,000$	-	20	20

^a Les tensions indiquées proviennent de l'IEC 60664-1 et sont basées sur la rationalisation des tensions d'alimentation indiquées au Tableau 3b de l'IEC 60664-1. Lors de la détermination de la distance exigée, la tension de service peut être 1,1 fois supérieure à la tension du tableau.

NOTE Le facteur de 1,1 admet que, à de nombreux endroits d'un circuit, la tension de service est égale à la tension assignée et qu'il y a un certain nombre de tensions assignées d'usage courant dont peut tenir compte le facteur de 1,1.

7.2.4.3 Distances d'isolement dans le matériau

La distance d'isolement dans le matériau, dont le mode de protection "m" dépend, doit être au minimum de 0,1 mm et doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de 8.2.4.

7.3 Espace libre dans l'encapsulage

7.3.1 Matériel "m" du Groupe III

La somme des espaces libres n'est pas limitée, mais le volume des espaces libres individuels est limité à 100 cm³. L'épaisseur du composé entourant de tels espaces libres doit être conforme aux exigences du Tableau 2.

Tableau 2 – Épaisseur minimale du composé adjacent à un espace libre pour le matériel "m" du Groupe III

Niveau de protection	Épaisseur minimale du composé entre l'espace libre et:	Espace libre ≤ 1 cm	Espace libre > 1 cm ≤ 100 cm
"ma"	Espace libre ou surface libre	3 mm	3 mm
	Enveloppe non métallique ou métallique avec adhérence	3 mm (enveloppe + composé) ^a	3 mm (enveloppe + composé) ^a
	Enveloppe non métallique ou métallique sans adhérence	3 mm	3 mm
"mb"	Espace libre ou surface libre	1 mm	3 mm
	Enveloppe non métallique ou métallique avec adhérence	1 mm (enveloppe + composé)	3 mm (enveloppe + composé) ^a
	Enveloppe non métallique ou métallique sans adhérence	1 mm	3 mm
"mc"	Espace libre ou surface libre	1 mm	1 mm
	Enveloppe non métallique ou métallique avec adhérence	1 mm (enveloppe + composé)	1 mm (enveloppe + composé)
	Enveloppe non métallique ou métallique sans adhérence	1 mm	1 mm
^a Épaisseur de paroi de l'enveloppe ≥ 1 mm.			
L'épaisseur des matériaux indiquée dans ce tableau n'implique pas la conformité aux autres essais mécaniques exigés par l'IEC 60079-0.			
NOTE Il est admis qu'une enveloppe métallique avec adhérence n'ait pas d'épaisseur de composé par rapport à un espace libre à condition qu'il n'y ait pas de parties sous tension dans cet espace libre.			

7.3.2 Matériel "m" du Groupe I et du Groupe II

La somme des espaces libres ne doit pas dépasser:

- 100 cm³ pour les niveaux de protection "mb" et "mc";
- 10 cm³ pour le niveau de protection "ma".

L'épaisseur minimale du composé entourant de tels espaces libres doit être conforme au Tableau 3.

Tableau 3 – Épaisseur minimale du composé adjacent à un espace libre pour le matériel "m" du Groupe I et du Groupe II

Niveau de protection	Épaisseur minimale du composé entre l'espace libre et:	Espace libre $\leq 1 \text{ cm}^3$	Espace libre $> 1 \text{ cm}^3 \leq 10 \text{ cm}^3$	Espace libre $> 10 \text{ cm}^3 \leq 100 \text{ cm}^3$
"ma"	Espace libre ou surface libre	3 mm	3 mm (essai de pression selon 8.2.6)	Non admissible
	Enveloppe non métallique ou métallique avec adhérence	3 mm (enveloppe + composé) ^a	3 mm (enveloppe + composé) ^a (essai de pression selon 8.2.6)	Non admissible
	Enveloppe non métallique ou métallique sans adhérence	3 mm	3 mm (essai de pression selon 8.2.6)	Non admissible
"mb"	Espace libre ou surface libre	1 mm	3 mm	3 mm (essai de pression selon 8.2.6)
	Enveloppe non métallique ou métallique avec adhérence	1 mm (enveloppe + composé)	3 mm (enveloppe + composé) ^a	3 mm (enveloppe + composé) (essai de pression selon 8.2.6)
	Enveloppe non métallique ou métallique sans adhérence	1 mm	3 mm	3 mm (essai de pression selon 8.2.6)
"mc"	Espace libre ou surface libre	1 mm	1 mm	3 mm
	Enveloppe non métallique ou métallique avec adhérence	1 mm (enveloppe + composé)	1 mm (enveloppe + composé)	3 mm (enveloppe + composé) Voir note
	Enveloppe non métallique ou métallique sans adhérence	1 mm	1 mm	3 mm
^a Épaisseur de paroi de l'enveloppe $\geq 1 \text{ mm}$.				
L'épaisseur des matériaux indiquée dans ce tableau n'implique pas la conformité aux autres essais mécaniques exigés par l'IEC 60079-0.				
NOTE Il est admis qu'une enveloppe métallique avec adhérence n'ait pas d'épaisseur de composé par rapport à un espace libre à condition qu'il n'y ait pas de parties sous tension dans cet espace libre.				

7.4 Épaisseur du composé

7.4.1 Matériel "m"

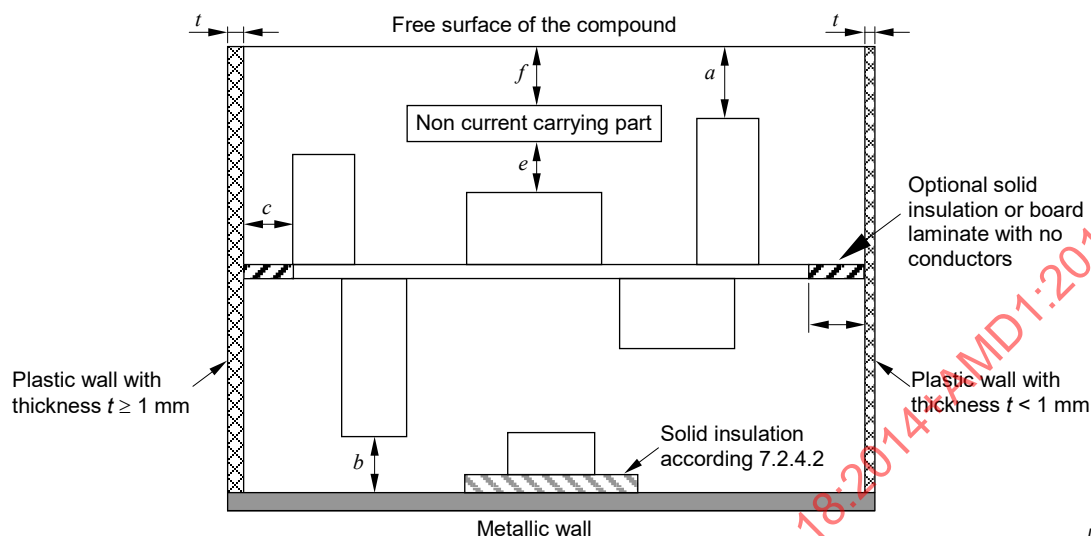
L'épaisseur minimale du composé entourant les composants électriques et le circuit doit être conforme au Tableau 4 et à la Figure 1.

Si un isolant solide conforme à 7.2.4.3 est utilisé dans une enveloppe ayant des parois métalliques comme le décrit la Figure 1, le composé doit adhérer à la paroi.

NOTE 1 La Figure 1 ne représente pas nécessairement une construction réelle mais elle est destinée à aider à comprendre le Tableau 4 en montrant un circuit encapsulé comprenant une surface libre, une enveloppe métallique, une enveloppe plastique avec différentes épaisseurs de paroi.

Quand une enveloppe non métallique d'une adhérence appropriée et d'une épaisseur minimale spécifique donnée admet une épaisseur de composé nulle conformément à la lettre c de la Légende du Tableau 4 et de la Figure 1, les distances de séparation des parties sous tension correspondantes sont quand même considérées infaillibles par rapport au court-circuit.

NOTE 2 Les distances de séparation (lignes de fuite et distances d'isolement) associées aux parties sous tension dont il est toléré qu'elles aient une épaisseur de composé nulle et qui sont quand même considérées être infail-
libles par rapport au court-circuit sont évaluées selon les exigences de sécurité applicables des normes indus-
trielles correspondantes.



IEC

Légende

Anglais	Français
Free surface of the compound	Surface libre du composé
Non current carrying part	Partie non sous tension
Optional solid insulation or board laminate with no conductors	Isolant solide facultatif ou carte à isolation strati- fiée sans conducteur
Plastic wall with thickness $t < 1$ mm	Paroi en matière plastique d'épaisseur $t < 1$ mm
Solid insulation according 7.2.4.2	Isolant solide conforme à 7.2.4.2
Metallic wall	Paroi métallique
Plastic wall with thickness $t \geq 1$ mm	Paroi en matière plastique d'épaisseur $t \geq 1$ mm

Légende

- a* distance par rapport à une surface libre
- b* distance par rapport à une enveloppe métallique
- c* distance par rapport à une enveloppe non métallique ayant une épaisseur de paroi $t \geq 1$ mm
- d* distance par rapport à une enveloppe non métallique ayant une épaisseur de paroi $t < 1$ mm
- e* distance par rapport à une partie non sous tension dans le composé
- f* distance entre une partie non sous tension et une surface libre

Figure 1 – Règles dimensionnelles pour les épaisseurs dans le composé

Dans tous les cas, le composé doit être soumis à l'essai de rigidité diélectrique de 8.2.4.

Tableau 4 – Épaisseur du composé

	Niveau de protection "ma"	Niveau de protection "mb" ou "mc"
Surface libre $\leq 2 \text{ cm}^2$	$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq$ distance selon le Tableau 1 mais pas inférieure à 1 mm
Surface libre $> 2 \text{ cm}^2$	$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq$ distance selon le Tableau 1 mais pas inférieure à 3 mm
Enveloppe non métallique avec adhérence (épaisseur de paroi $t < 1 \text{ mm}$)	$d \geq 3 \text{ mm}$	$d \geq$ distance selon le Tableau 1 mais pas inférieure à 1 mm
Enveloppe non métallique avec adhérence (épaisseur de paroi $t \geq 1 \text{ mm}$)	$c \geq (3 \text{ mm} - t)^a$	$c \geq (\text{distance selon le Tableau 1} - t)^a$
Enveloppe non métallique sans adhérence	$c = d \geq 3 \text{ mm}$	$c = d \geq$ distance selon le Tableau 1 mais pas inférieure à 1 mm
Enveloppe métallique	$b \geq 3 \text{ mm}$	$b \geq$ distance selon le Tableau 1 mais pas inférieure à 1 mm
Partie non sous tension	$e \geq 3 \text{ mm}$	$e \geq$ distance selon le Tableau 1 mais pas inférieure à 1 mm
Partie non sous tension – Surface libre	$f + e \geq a$	$f + e \geq a$
^a Dans le cas d'une enveloppe non métallique avec adhérence et d'épaisseur de paroi $\geq 1 \text{ mm}$, si l'application de la formule permet $c = 0$, le composant peut être placé contre la paroi.		

7.4.2 Enroulements pour machines électriques

Dans le cas des machines électriques avec enroulements dans des gorges, le matériau isolant dans la gorge doit avoir:

- pour le niveau de protection "ma" uniquement, une épaisseur minimale de 0,1 mm et il doit être étendu sur au moins 5 mm au-delà de la gorge;
- pour les niveaux de protection "ma" et "mb", l'extrémité de la gorge et la tête de bobine doivent être protégées par l'épaisseur minimale du composé selon 7.4.1. Un essai de rigidité diélectrique selon 8.2.4 doit être effectué avec succès avec une tension d'essai $U = 2U + 1\,000 \text{ V eff. } +5\%_0$ avec un minimum de 1 500 V en courant alternatif de 48 Hz à 62 Hz.

Les vernis et revêtements similaires ne sont pas considérés comme des isolants solides.

7.4.3 Cartes de circuits imprimés rigides multicouches avec connexions traversantes

7.4.3.1 Généralités

Les cartes de circuits imprimés multicouches qui satisfont aux exigences de l'IEC 62326-4-1, niveau de performance C, ou aux normes IPC-A-600 et IPC-6012 ou ANSI/UL 796, fonctionnant à des tensions de service inférieures ou égales à 500 V, doivent être considérées encapsulées si elles satisfont à 7.4.3.2.

NOTE La vérification de la conformité de la carte de circuits imprimés à la spécification de performance du constructeur n'est pas une exigence de la présente Norme.

7.4.3.2 Distances minimales

L'épaisseur d'isolement constituée par les stratifiés cuivrés et les films adhésifs doit satisfaire aux exigences de 7.2.4.3.

NOTE L'épaisseur d'isolement correspond à la combinaison du stratifié et du film adhésif en l'absence de séparation par du cuivre.

La distance minimale entre les conducteurs de circuits imprimés et le bord de la carte de circuits imprimés multicouches ou de tout trou traversant de la carte doit être au moins égale à la distance *b* du Tableau 5. Si les bords ou trous traversants sont protégés par un matériau métallique ou isolant s'étendant sur la surface de la carte à au moins 1 mm desdits bords ou trous traversants, la distance entre les conducteurs de la carte de circuits imprimés et le matériau isolant ou métallique peut être réduite à la distance *c* du Tableau 5. Le revêtement métallique doit avoir une épaisseur d'au moins 35 µm (se reporter également à la Figure 2 et au Tableau 5).

Tableau 5 – Distances minimales pour cartes de circuits imprimés multicouches

Distance	Niveau de protection "ma"	Niveau de protection "mb"	Niveau de protection "mc"
<i>a</i>	3 mm	0,5 mm	0,25 mm
<i>b</i>	3 mm	3 mm	1 mm
<i>c</i>	3 mm	1 mm	0,5 mm
<i>d</i>	0,1 mm, voir 7.2.4.3	0,1 mm, voir 7.2.4.3	0,1 mm, voir 7.2.4.3
<i>e</i>	Selon le Tableau 1	Selon le Tableau 1	Selon le Tableau 1

où

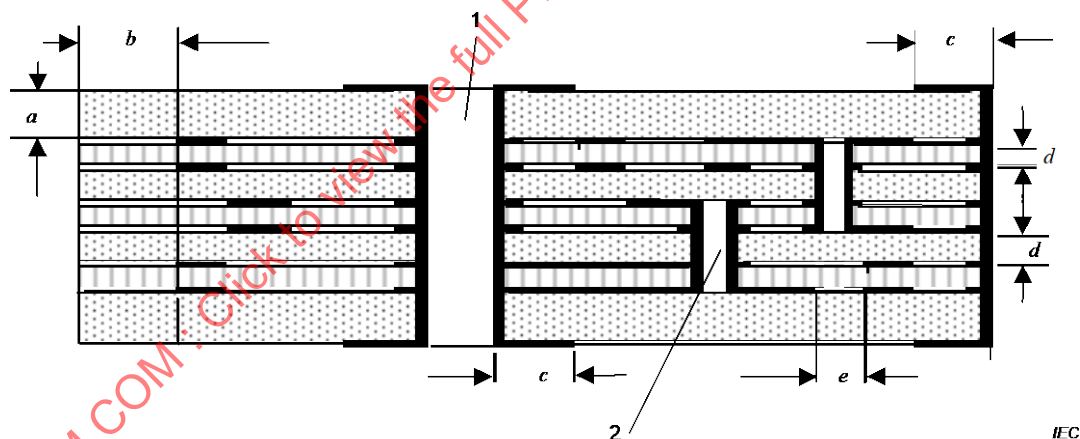
a est la distance entre la partie sous tension et la surface externe par la couche de fermeture;

b est la distance entre la partie sous tension et la surface externe le long de la couche de fermeture;

c est la longueur de la partie métallique ou de l'isolement sur la surface de la carte à partir du bord ou du trou;

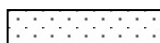
d est l'épaisseur du film adhésif ou du cœur où la séparation est nécessaire;

e est la distance entre deux circuits à l'intérieur du multicouche où la séparation est nécessaire.



Légende

cœur et couche de fermeture



film adhésif



cuivre



1 Contact traversant de terminaison

2 Contact traversant pour connecter les conducteurs imprimés sur des couches différentes

Figure 2 – Distances minimales pour les cartes de circuits imprimés multicouches

7.5 Contacts de commutation

7.5.1 Généralités

Les contacts de commutation doivent être munis d'une enveloppe supplémentaire.

NOTE Introduire le composé dans l'enveloppe des contacts de commutation au cours du processus d'encapsulation peut perturber le fonctionnement du dispositif.

7.5.2 Niveau de protection "ma"

Cette enveloppe supplémentaire doit satisfaire aux exigences applicables aux dispositifs hermétiquement scellés telles que définies dans l'IEC 60079-15, avant encapsulage.

NOTE Les détériorations occasionnées à l'enveloppe hermétiquement scellée en raison des contraintes, lors du remplissage, peuvent dégrader le mode de protection du dispositif.

Les caractéristiques assignées des contacts de commutation doivent être inférieures ou égales à 60 V et 6 A. L'enveloppe supplémentaire doit être constituée d'un matériau inorganique si le courant commuté dépasse 2/3 du courant assigné spécifié par le constructeur du composant.

7.5.3 Niveau de protection "mb"

L'enveloppe supplémentaire doit être constituée d'un matériau inorganique si le courant commuté dépasse 2/3 du courant assigné spécifié par le constructeur du composant ou si le courant dépasse 6 A.

7.5.4 Niveau de protection "mc"

Cette enveloppe supplémentaire doit être constituée d'un matériau inorganique si le courant commuté dépasse 6 A.

7.6 Connexions externes

7.6.1 Généralités

Dans le cas où les composés sont utilisés pour fixer un câble de façon permanente, le câble doit être protégé convenablement contre les dégradations provoquées par la flexion et l'essai de traction doit être réalisé selon 8.2.5.

Cet essai ne doit pas être réalisé sur des composants Ex ou lorsque l'enveloppe du dispositif protégé «m» ne sert pas d'enveloppe externe.

7.6.2 Exigences supplémentaires pour le matériel "ma"

Le matériel «ma» Ex doit soit être alimenté par un circuit selon le niveau de protection «ia» conforme à l'IEC 60079-11 soit avoir une connexion qui satisfait à l'une des exigences suivantes:

- pour l'EPL Ga, les exigences de l'IEC 60079-26;
- pour l'EPL Da, le niveau de protection "ta" de l'IEC 60079-31.

7.7 Protection des parties actives nues

En fonction de l'EPL requis, les parties actives nues qui dépassent de la surface du composé doivent être protégées par un autre mode de protection comme cela est indiqué dans l'IEC 60079-0 pour l'EPL requis.

NOTE Dans ce cas, le matériel est marqué avec plusieurs modes de protection conformément à l'IEC 60079-0.

7.8 Piles et accumulateurs

7.8.1 Généralités

Lors de l'évaluation des dispositifs de contrôle des accumulateurs par rapport au dégagement potentiel de gaz, la totalité de la plage de températures de fonctionnement, la résistance interne et la tension maximale pouvant être délivrée doivent être prises en compte. Il doit être supposé que les accumulateurs peuvent se déséquilibrer, mais il n'est pas nécessaire de prendre en compte leurs éléments de résistance ou de tension négligeable.

Le Paragraphe 7.8 s'applique à tous les niveaux de protection, sauf exclusion spécifique.

Pour le niveau de protection "ma", les piles et accumulateurs doivent de plus satisfaire aux exigences pour piles et accumulateurs de l'IEC 60079-11, l'assouplissement admis dans l'IEC 60079-11 permettant la connexion de piles montées en parallèle n'étant toutefois pas autorisé dans le matériel protégé uniquement par encapsulage.

7.8.2 Prévention des dégagements gazeux

Les systèmes électrochimiques pouvant dégager du gaz pendant le fonctionnement normal ne sont pas autorisés. Si pour les niveaux de protection "ma" et "mb", il n'est pas possible d'empêcher le dégagement du gaz en cas de défaut, il doit être réduit au maximum au moyen d'un dispositif de contrôle selon 7.8.8. Dans le cas d'éléments d'accumulateurs, le dispositif de contrôle doit être efficace non seulement pendant la charge, mais également pendant la décharge. Cela s'applique également à la charge à l'extérieur de la zone dangereuse.

En particulier,

- a) des batteries ouvertes ne doivent pas être utilisées,
- b) des batteries étanches à "soupape de régulation" ne doivent pas être utilisées,
- c) des batteries étanches au gaz qui ne dégagent pas de gaz en conditions de fonctionnement ou de défaut dans la plage des températures ambiantes du matériel électrique peuvent être utilisées sans dispositif de contrôle, selon 7.8.8.

Les batteries étanches au gaz ne satisfaisant pas aux exigences de 7.8.2 c) doivent avoir un dispositif de contrôle selon 7.8.8.

7.8.3 Protection contre les températures excessives et contre la détérioration des piles et accumulateurs

La température maximale de service des piles et accumulateurs dans le cas de charge le plus défavorable (voir 7.8.5) ne doit pas dépasser la température spécifiée par le constructeur des piles ou des accumulateurs, ni 80 °C si non spécifiée par le constructeur, et le courant de charge et de décharge ne doit pas dépasser la valeur de sécurité spécifiée par le constructeur grâce à l'un des moyens suivants:

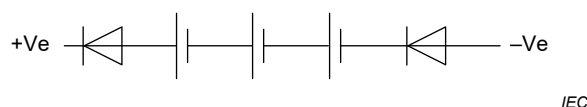
- a) les piles ou accumulateurs doivent être pourvus d'un ou de plusieurs dispositifs de contrôle décrits en 7.8.8 afin de prévenir tout échauffement ou dégagement de gaz inacceptable dans le composé,
- b) les piles ou accumulateurs doivent être pourvus d'une résistance en série pour limiter le courant aux caractéristiques assignées des piles et d'une diode de blocage pour exclure une charge inversée.

Dans les deux cas, les exigences de 7.8.4 à 7.8.7 s'appliquent selon le cas.

7.8.4 Courant inverse

Pour les niveaux de protection "ma" et "mb" et quand il y existe une autre source de tension dans la même enveloppe, la pile ou l'accumulateur encapsulé(e) et ses circuits associés doivent être protégés contre la charge par des circuits autres que ceux spécifiquement conçus

pour la charge. Par exemple, en séparant la pile ou l'accumulateur et ses circuits associés de toute autre source de tension à l'intérieur de l'enveloppe, en utilisant les distances spécifiées au Tableau 1 pour la tension la plus élevée capable de provoquer un courant inverse. En variante, la pile ou l'accumulateur peut être séparé(e) d'une autre source de tension en utilisant seulement les distances spécifiées dans le Tableau 1, mais avec une diode de blocage pour le niveau de protection "mb", ou deux diodes de blocage pour le niveau de protection "ma", placées comme le montre la Figure 3, et disposées de sorte à réduire le risque d'un défaut entraînant seul le court-circuit des deux diodes.



NOTE La figure décrit une configuration pour le niveau de protection "ma".

Figure 3 – Mise en place de diodes de blocage

7.8.5 Limitation de courant

La température maximale de surface doit être déterminée au moyen du courant de décharge le plus élevé autorisé sous la charge maximale spécifiée par le constructeur du matériel ou par le dispositif de protection, voir 7.9, par exemple 1,7 fois les caractéristiques assignées du fusible ou en court-circuit si ne sont spécifiés ni charge ni dispositif de protection.

Le courant maximal de décharge spécifié par le constructeur des piles ou de l'accumulateur peut être limité par une résistance, par un dispositif de limitation de courant ou par un fusible, conformément à l'IEC 60127, à l'IEC 60691 ou à la série ANSI/UL 248. Si des fusibles remplaçables sont utilisés, le matériel doit être marqué afin d'indiquer leurs caractéristiques assignées, ainsi que leur fonction.

NOTE La vérification de la conformité de la résistance, du dispositif de limitation de courant ou d'un fusible à la spécification du constructeur n'est pas une exigence de la présente Norme.

7.8.6 Protection contre l'inversion de polarité et les décharges sévères des piles et accumulateurs

Pour les niveaux de protection "ma" et "mb", en cas d'utilisation de plus de 3 éléments en série, la tension de l'élément doit être surveillée. Lors de la décharge, si la tension descend en dessous de la valeur limite de la tension de l'élément spécifiée par le constructeur des piles ou de l'accumulateur, le dispositif de contrôle doit déconnecter la pile ou l'accumulateur. Pour le niveau de protection "mc", si plus de trois éléments sont connectés en série, des précautions doivent être prises pour prévenir une charge par inversion de polarité de l'élément.

NOTE 1 Si plusieurs éléments sont reliés en série, il est possible que les éléments changent de polarité pendant la décharge par suite des différentes capacités des éléments d'un accumulateur. Ces éléments "à pôle inversé" peuvent provoquer un dégagement gazeux inacceptable.

Lorsqu'un circuit de protection contre les décharges sévères est utilisé pour empêcher une charge par inversion de polarité des éléments, la tension d'arrêt minimale doit être celle qui est spécifiée par le constructeur de la pile ou de l'accumulateur. Après déconnexion de la charge, le courant ne doit pas être supérieur à la capacité de décharge donnée pour 1 000 h de fonctionnement.

NOTE 2 Cette protection est souvent utilisée pour empêcher les piles et accumulateurs de passer à un état de "décharge sévère". Si l'on tente de surveiller trop d'éléments reliés en série, le fonctionnement de la protection n'est plus entièrement fiable du fait des tolérances des tensions des éléments individuels et du circuit de protection. Généralement, la surveillance de plus de six éléments (reliés en série) par une seule unité de protection n'est pas efficace.

7.8.7 Charge des piles et accumulateurs

7.8.7.1 Niveaux de protection "ma" et "mb"

Les circuits de charge doivent être entièrement spécifiés en tant que partie du matériel. Le système de charge doit avoir les caractéristiques suivantes:

- a) dans le cas d'une condition de défaut du système de charge, la tension et le courant de charge ne doivent pas dépasser les limites spécifiées par le constructeur;
- ou
- b) si, lors de la charge, les valeurs limites spécifiées par le constructeur de la pile ou de l'accumulateur pour la tension d'élément ou le courant de charge risquent d'être dépassées, un dispositif de protection séparé selon 7.9 doit être prévu afin de réduire au maximum l'éventualité d'un dégagement gazeux et éviter également de dépasser au cours de la charge la température maximale assignée de l'élément spécifiée par le constructeur.

7.8.7.2 Niveau de protection "mc"

Le système de charge doit être tel qu'en fonctionnement normal, la tension et le courant de charge ne dépassent pas les limites spécifiées par le constructeur sur la base de la plage de températures spécifiée du matériel. Si les piles et accumulateurs qui font partie intégrante du matériel électrique sont à charger dans la zone dangereuse, le chargeur doit être spécifié en totalité comme faisant partie de la conception du matériel. Si les piles et accumulateurs qui font partie intégrante du matériel électrique ou qui peuvent être séparés du matériel sont chargés en dehors de la zone dangereuse, la charge doit être dans les limites spécifiées par le constructeur du matériel.

7.8.8 Exigences pour les dispositifs de contrôle de sécurité des piles ou accumulateurs

Quand ils sont requis, les dispositifs de contrôle doivent constituer les parties relatives à la sécurité d'un système de contrôle. Le constructeur doit fournir toutes les informations nécessaires pour maintenir l'intégrité du système.

NOTE Les parties relatives à la sécurité respectant les exigences du PL c de l'ISO 13849-1 "Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception", sont conformes au présent paragraphe.

7.9 Dispositifs de protection

7.9.1 Généralités

S'il est fait appel à un dispositif de protection pour limiter la température maximale de surface lorsque le matériel "m" est soumis à un seul défaut pour le niveau de protection "mb" ou à deux défauts pour le niveau de protection "ma", le dispositif de protection doit être prévu soit à l'extérieur du matériel, soit intégré à celui-ci. Les dispositifs de protection pour le niveau de protection "ma" doivent être non réarmables. Les dispositifs de protection thermique pour le niveau de protection "mb" peuvent être réarmables.

Le dispositif de protection doit être capable d'interrompre le courant maximal de défaut du circuit dans lequel il est installé. La tension assignée du dispositif de protection doit au moins correspondre à la tension de service du circuit dans lequel il est installé.

Quand le matériel "m" contient une pile ou un accumulateur et qu'un dispositif de contrôle est présent afin d'éviter une surchauffe excessive (voir 7.8.5), ce dispositif de contrôle peut aussi être considéré comme un dispositif de protection, pour autant qu'il protège aussi tous les autres composants à l'intérieur du même composé contre le dépassement de la température maximale de surface.

NOTE 1 Le but des dispositifs de protection est la protection contre les défauts et les surcharges imprévues qui provoquent une surchauffe et/ou des dégradations permanentes ou compromettent la durée de vie opérationnelle du matériel. Quand des dispositifs réarmables sont utilisés, les instructions comprennent des informations desti-

nées à guider l'utilisateur dans son souhait de réarmer les dispositifs. Ces instructions prennent en compte les conditions externes de fonctionnement dans lesquelles ces dispositifs peuvent être réarmés et aussi toute surveillance ultérieure qui est souhaitable.

NOTE 2 Qu'ils soient réarmables automatiquement ou manuellement, les dispositifs sont considérés dans le cadre de la présente Norme, comme étant des dispositifs réarmables.

Pour le niveau de protection "ma", si le dispositif de protection non réarmable est conforme à la série IEC 60127 ou à l'IEC 60691 ou à la série ANSI/UL 248-1, un seul dispositif est nécessaire. Cela s'applique aux spécifications de 7.9.2 et 7.9.3.

NOTE 3 La vérification de la conformité du dispositif de protection non réarmable à la spécification du constructeur n'est pas une exigence de la présente Norme.

NOTE 4 L'ANSI/UL 248-1 comprend les exigences générales de sécurité applicables aux fusibles basse tension, y compris les exigences pour établir les valeurs assignées de pouvoir de rupture ou de coupure. Les autres parties de la série ANSI/UL 248 fournissent d'autres exigences de sécurité spécifiques basées sur l'application prévue du fusible, comme l'ANSI/UL 248-14 pour les fusibles basse tension supplémentaires.

7.9.2 Dispositifs de protection électrique

7.9.2.1 Généralités

La tension assignée des dispositifs de protection ne doit pas être inférieure à celle du circuit dans lequel ils sont installés et leur pouvoir de coupure ne doit pas être inférieur au courant de défaut du circuit.

Sauf spécification contraire, un fusible doit être supposé pouvoir supporter en permanence 1,7 fois le courant assigné. La caractéristique courant-temps du fusible indiquée par le constructeur du fusible doit assurer que la température maximale de surface n'est pas dépassée. Pour les dispositifs de protection électrique, deux dispositifs normalement reliés en série sont exigés pour le niveau de protection "ma" et un seul dispositif est exigé pour le niveau de protection "mb". Pour le niveau de protection "ma", si les deux dispositifs ne sont pas reliés en série, l'activation d'un des deux dispositifs doit mettre hors tension l'ensemble des circuits couverts par la protection. Les deux dispositifs pour le niveau de protection "ma" doivent être du même type (mais pas nécessairement fabriqués par le même constructeur ni porteurs du même numéro de pièce), afin de fournir une double protection.

Aucun dispositif de protection électrique n'est nécessaire pour le niveau de protection "mc".

NOTE Dans le cas de réseaux d'alimentation électrique où la tension assignée ne dépasse pas 250 V, le courant de court-circuit présumé est généralement de 1 500 A.

7.9.2.2 Dispositifs de protection qui sont connectés à un matériel "m"

Si le dispositif de protection est externe au matériel "m", il doit être considéré comme un matériel nécessaire à la sécurité du matériel "m" selon 7.9.2. Cette condition particulière d'utilisation doit figurer sur le certificat et le matériel doit être marqué conformément aux exigences de marquage de l'IEC 60079-0, pour indiquer cette condition particulière d'utilisation.

L'utilisation d'un dispositif de protection externe et sa connexion à un matériel "m" requiert que le dispositif soit compatible avec "ma", "mb" ou "mc", selon le cas applicable.

NOTE Ne pas utiliser un tel dispositif comme il convient peut conduire à la perte du niveau de protection. Quand un dispositif de protection externe est utilisé pour maintenir l'application correcte de la tension, du courant ou de la puissance au matériel du niveau de protection "ma", l'aptitude à la fonction du dispositif de protection externe ou du circuit de protection reste de sécurité avec un défaut pris en compte. Les niveaux permis de tension, de courant et de puissance sont déterminés par les caractéristiques thermiques du matériel "m".

7.9.3 Dispositifs de protection thermique

Les dispositifs de protection thermique doivent être utilisés pour protéger le composé contre toute détérioration provenant d'un échauffement local, par exemple de composants défectueux ou contre tout dépassement de la température maximale de surface.

Les dispositifs de protection thermique non réarmables ne peuvent pas être réarmés et ils provoquent l'ouverture permanente d'un circuit lorsqu'ils ont été exposés à une température supérieure à leur température de fonctionnement pendant une durée maximale donnée. Un contact thermique approprié doit être réalisé entre le composant surveillé et le dispositif de protection thermique. La capacité de commutation du dispositif doit être définie et elle ne doit pas être inférieure à la charge maximale possible du circuit.

Si des dispositifs de protection thermique réarmables sont utilisés, deux dispositifs normalement reliés en série sont exigés pour le niveau de protection "mb" et un dispositif est exigé pour le niveau de protection "mc". Pour le niveau de protection "mb", si les deux dispositifs de protection thermique réarmables ne sont pas reliés en série, l'activation d'un des deux dispositifs doit mettre hors tension l'ensemble des circuits couverts par la protection. Les deux dispositifs pour le niveau de protection "mb" doivent être du même type (mais pas nécessairement fabriqués par le même constructeur ni porteurs du même numéro de pièce), afin de fournir une double protection.

Les dispositifs de protection thermique réarmables ayant des contacts de commutation ne doivent pas fonctionner à plus de 2/3 de leur courant assigné spécifié par le constructeur du dispositif.

Les dispositifs de protection thermique réarmables ayant des contacts de commutation doivent être conformes à l'IEC 60730-2-9, ou bien ils doivent être soumis à essai selon 8.2.7.1.

Les dispositifs de protection thermique réarmables sans contact de commutation doivent être conformes à l'IEC 60738-1, ou bien ils doivent être soumis à essai selon 8.2.7.2.

NOTE 1 Souvent pour des raisons fonctionnelles, des dispositifs réarmables supplémentaires autres que les dispositifs de protection thermique dont traite cet article sont utilisés. Ces dispositifs fonctionnent généralement à des températures inférieures à la température de fonctionnement du dispositif de protection thermique.

NOTE 2 La vérification de la conformité du dispositif de protection thermique réarmable à la spécification du constructeur n'est pas une exigence de la présente Norme.

7.9.4 Dispositifs de protection incorporés

Les dispositifs de protection incorporés dans le matériel "m" doivent être de type enrobé, afin d'empêcher l'introduction de composé pendant le processus d'encapsulation.

L'adéquation du dispositif de protection pour encapsulage doit être confirmée par:

a) une documentation du constructeur du dispositif;

ou

b) des essais d'échantillons selon 8.2.8.

NOTE Les dispositifs en verre, en plastique, en céramique ou scellés d'une autre manière sont considérés comme enrobés.

8 Essais de type

8.1 Essais sur le composé

8.1.1 Essai d'absorption d'eau

Si cela est exigé par 5.3.1, l'essai doit être effectué sur des échantillons du ou des composés utilisés avec le matériel "m". Trois échantillons secs du ou des composés doivent être soumis à l'essai. Les échantillons doivent être des disques d'un diamètre de $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ et d'une épaisseur de $3 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$. Les échantillons doivent être pesés, puis plongés pendant au moins 24 h dans de l'eau à une température de $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ }^{+2}_{0} \text{ K}$. Ensuite, ils doivent être sortis de l'eau, essuyés, puis repesés en l'espace de 1 minute. L'augmentation de masse ne doit pas dépasser 1 %.

Il n'est pas nécessaire d'utiliser de l'eau distillée pour cet essai.

8.1.2 Essai de rigidité diélectrique

L'échantillon doit être un disque d'un diamètre de $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ et d'une épaisseur de $3 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$. L'échantillon doit être placé symétriquement entre des électrodes de diamètre $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, dans une chambre à atmosphère contrôlée réglée pour atteindre la température maximale de service du composé.

Une tension de $4 \text{ kV eff. } +5_0\%$ et de fréquence entre 48 Hz et 62 Hz doit être appliquée pendant au moins 5 min . Aucun arc ou claquage ne doit survenir pendant l'essai.

8.2 Essais du matériel

8.2.1 Séquence d'essai

La séquence d'essai et le nombre d'échantillons sont donnés dans l'Annexe B.

8.2.2 Température maximale

Un échantillon du matériel "m" doit être soumis à un essai de type pour s'assurer que:

- a) les limites de température spécifiées en 6.1 ne sont pas dépassées en fonctionnement normal;
- b) pour les niveaux de protection "ma" et "mb", la température maximale de surface n'est pas dépassée dans des conditions de défaut comme défini en 7.2.1.

Dans le cas du matériel "m" sans charge externe, l'essai doit être effectué selon les mesurages de température de l'IEC 60079-0 en tenant compte des conditions d'alimentation indiquées en 4.4.

Pour le matériel "m" avec une charge externe, l'essai doit être réalisé pour les niveaux de protection "ma" et "mb" en ajustant le courant à la valeur la plus élevée qui ne provoque pas le fonctionnement du dispositif de protection, et pour le niveau de protection "mc" aux paramètres de charge spécifiés en fonctionnement normal et dans le cas des occurrences régulièrement prévisibles.

Pour le matériel de niveau de protection "ma", conçu pour l'EPL "Da", la température maximale de surface doit être déterminée avec le matériel monté conformément aux instructions du constructeur et entouré sur toute la surface disponible par une couche de poussière d'une épaisseur d'au moins 200 mm . La température finale doit être considérée avoir été atteinte quand la vitesse d'échauffement ne dépasse pas 1 K/24 h .

NOTE Des essais, des simulations ou des analyses sont parfois utilisés afin d'obtenir les limites exigées de température dans les conditions de dysfonctionnement pour le matériel ayant des caractéristiques telles que des charges externes non linéaires, une commande de puissance d'entrée ou des modes de défaillance difficiles à définir.

8.2.3 Essai d'endurance thermique

8.2.3.1 Endurance thermique à la chaleur

8.2.3.1.1 Niveaux de protection "ma" et "mb"

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 60079-0. La température à utiliser comme température de service de référence pour l'essai doit être:

- a) la température maximale de surface de l'échantillon d'essai en fonctionnement normal plus 20 K ;
- ou

- b) la température maximale à la surface du composant dans le composé en fonctionnement normal, voir 6.2.2.

8.2.3.1.2 Niveau de protection "mc"

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 60079-0.

La température à utiliser comme température de service de référence pour l'essai doit être la température maximale de surface en fonctionnement normal, voir 6.2.1.

8.2.3.2 Endurance thermique au froid

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 60079-0.

8.2.3.3 Critères d'acceptation

Après chaque essai, l'échantillon doit être soumis à une inspection visuelle. Aucune détérioration du composé susceptible de dégrader le mode de protection, telle que fissures dans le composé, exposition de composants encapsulés, défaut d'adhérence, rétreint inacceptable, décoloration, boursoufflement, décomposition ou ramollissement, ne doit être visible. Une décoloration de la surface du composé est tolérée (par exemple, oxydation dans le cas de la résine époxy).

De plus, le maintien de la fonctionnalité de tout dispositif de protection électrique dont la sécurité dépend, autre que les fusibles thermiques, doit être vérifié.

8.2.4 Essai de rigidité diélectrique

8.2.4.1 Procédure d'essai

L'essai doit être effectué sur une des dispositions suivantes des circuits selon le cas:

- a) entre les circuits isolés galvaniquement;
- b) entre chaque circuit et toutes les parties mises à la terre;
- c) entre chaque circuit et la surface du composé ou de l'enveloppe non métallique, pouvant si nécessaire être revêtue d'une feuille conductrice.

Dans le cas de la disposition a), la tension U à utiliser doit être la somme des tensions assignées des deux circuits en essai, et, pour les dispositions b) et c), il doit s'agir de la tension assignée du circuit en essai.

Dans le cas de la disposition b), les circuits qui contiennent des composants supprimant les transitoires connectés entre le circuit et les parties mises à la terre, un échantillon d'essai spécial sans ces composants doit être autorisé pour l'essai de type.

La rigidité diélectrique doit être vérifiée par un essai:

- soit comme indiqué dans une norme industrielle applicable pour les articles individuels de matériel électrique, ou
 - à la tension d'essai selon le point 1) ou 2) ci-dessous, et augmentée progressivement dans un temps non inférieur à 10 s jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur requise à laquelle elle doit être maintenue pendant au moins 60 s sans claquage diélectrique.
- 1) Pour le matériel dont la tension U ne dépasse pas 90 V crête, la tension d'essai doit être de 500 V eff. ($+5_0$ %) de 48 Hz à 62 Hz. En variante, la tension d'essai doit être de 700 V en courant continu ($+5_0$ %).
 - 2) Pour le matériel dont la tension U dépasse 90 V crête, la tension d'essai doit être $2U + 1\,000$ V eff. ($+5_0$ %), avec un minimum de 1 500 V eff. de 48 Hz à 62 Hz. En variante,

la tension d'essai doit être $2U + 1\,400\text{ V}$ en courant continu ($+5_0\%$) avec un minimum de $2\,100\text{ V}$ en courant continu.

La tension d'essai doit être augmentée progressivement dans un temps non inférieur à 10 s jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur requise à laquelle elle doit être maintenue pendant au moins 60 s.

NOTE 1 Dans le cas d'un matériel qui, pour des raisons de compatibilité électromagnétique, contient des composants reliés à l'enveloppe pour la suppression d'interférences et qui risque d'être endommagé pendant les essais, un essai de décharge partielle est parfois effectué en remplacement.

NOTE 2 Si le circuit en essai n'est pas accessible de l'extérieur, il est possible de préparer un échantillon d'essai spécifique avec des connexions supplémentaires.

8.2.4.2 Critères d'acceptation

L'essai doit être réputé avoir réussi s'il ne se produit ni claquage ni arc électrique pendant son exécution.

NOTE Généralement, le courant qui circule au cours de l'essai ne dépasse pas 5 mA eff.

8.2.5 Essai de traction de câble

8.2.5.1 Procédure d'essai

L'essai doit être réalisé sur un échantillon non préalablement sollicité et à $21\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Un autre échantillon d'essai doit être soumis à l'essai de traction de câble après un conditionnement selon 8.2.3.1 et à la température maximale au point d'entrée du câble.

La force de traction appliquée doit être déduite de la manière suivante:

- Mesurer le diamètre du câble (mm), multiplier cette valeur par 20
- Mesurer la masse (kg) du matériel 'm' et multiplier cette valeur par 50
- Prendre la valeur numérique la plus basse de ces calculs et appliquer le résultat (en Newtons) comme force de traction pour l'essai de traction de câble.

Cette valeur peut être réduite de 25% de la valeur exigée dans le cas d'installations permanentes. La force de traction minimale doit être de 1 N et la durée minimale doit être de 1 h. La force doit être appliquée dans la direction la plus défavorable.

8.2.5.2 Critères d'acceptation

Après l'essai, l'échantillon doit être soumis à une inspection visuelle. Aucun déplacement visible du câble affectant le mode de protection ne doit être visible. Aucune dégradation du composé ou du câble susceptible de réduire le mode de protection, telle que fissures du composé, exposition des composants encapsulés ou défaut d'adhérence, ne doit être visible.

8.2.6 Essai de pression pour le matériel électrique du Groupe I et du Groupe II

8.2.6.1 Procédure d'essai

Pour le niveau de protection "ma" ayant des espaces libres individuels compris entre 1 cm^3 et 10 cm^3 et pour le niveau de protection "mb" ayant des espaces libres individuels entre 10 cm^3 et 100 cm^3 , deux échantillons d'essai doivent être préparés avec un orifice de mise sous pression. Lorsqu'il y a plus d'un espace libre d'une taille exigeant l'essai, l'essai de pression doit être effectué simultanément dans tous ces espaces libres.

L'essai de pression doit être réalisé sur des échantillons qui ont déjà été soumis à des essais d'endurance thermique (voir 8.2.3).

L'essai doit être effectué avec une pression telle que donnée au Tableau 6 et appliquée pendant au moins 10 s.

Tableau 6 – Essai de pression

Température ambiante minimale °C	Pression d'essai kPa
≥ -20 (a)	1 000
≥ -30	1 370
≥ -40	1 450
≥ -50	1 530
≥ -60	1 620
a) Ceci couvre le matériel conçu pour la plage de températures ambiantes normalisées spécifiée dans l'IEC 60079-0.	

En variante, pour le matériel "mb", si le composant avec un espace libre jusqu'à 100 cm³, avant encapsulage, satisfait à l'essai d'étanchéité sur les dispositifs scellés, comme cela est spécifié dans l'IEC 60079-15 (sans essai de conditionnement, de tension ou de rigidité diélectrique), le composant peut être encapsulé sans exiger un essai de pression.

8.2.6.2 Critères d'acceptation

Après les essais, les échantillons doivent être soumis à une inspection visuelle. Aucune détérioration du composé (telle que fissures dans le composé, exposition de composants encapsulés ou défaut d'adhérence) susceptible de dégrader le mode de protection ne doit être visible. Dans le cas de constructions pour lesquelles il est admis qu'il n'y ait pas d'épaisseur de composé entre un espace libre et une paroi d'enveloppe non métallique, il ne doit pas non plus y avoir de détérioration de la ou des parois de l'enveloppe non métallique.

8.2.7 Essais des dispositifs de protection thermique réarmables

8.2.7.1 Dispositifs de protection thermique réarmables avec contacts de commutation

8.2.7.1.1 Procédure d'essai

La fonction des dispositifs de protection doit être vérifiée. Cet essai doit être réalisé après l'essai d'endurance thermique. Le dispositif doit être capable de commuter son courant assigné ≥ 5 000 fois.

8.2.7.1.2 Critères d'acceptation

L'essai doit être considéré comme réussi dans le cas où le dispositif de protection agit correctement après l'essai dans la plage spécifiée dans sa fiche technique.

8.2.7.2 Dispositifs de protection thermique réarmables sans contacts de commutation

8.2.7.2.1 Procédure d'essai

La fonction des dispositifs de protection doit être vérifiée. Cet essai doit être réalisé après l'essai d'endurance thermique. Le dispositif doit être capable d'agir (en limitant directement ou indirectement la montée en température) ≥ 500 fois.

8.2.7.2.2 Critères d'acceptation

L'essai doit être considéré comme réussi dans le cas où le dispositif de protection agit correctement après l'essai dans la plage spécifiée dans sa fiche technique.

8.2.8 Essai d'étanchéité pour les dispositifs de protection incorporés

L'essai est à effectuer sur cinq échantillons. Les échantillons d'essai étant à la température initiale de (25 ± 2) °C, ils sont brusquement immergés dans de l'eau à (50 ± 2) °C à une profondeur d'au moins 25 mm pendant au moins 1 min. Si aucune bulle n'est émise par les

échantillons pendant cet essai, ils sont considérés comme satisfaisants. En variante, un essai peut être effectué en examinant cinq échantillons après l'encapsulation afin de s'assurer que le composé n'est pas entré à l'intérieur.

9 Vérifications et essais individuels de série

9.1 Inspections visuelles

Chaque matériel "m" doit être soumis à une inspection visuelle. Aucune dégradation telle que fissures dans le composé, exposition des parties encapsulées, écaillage, rétreint inacceptable, boursoufflement, décomposition, défaut d'adhérence (détachement de parties adhérentes) ou ramollissement, ne doit être visible.

9.2 Essai de rigidité diélectrique

Pour les circuits qui sont accessibles de l'extérieur, l'essai de rigidité diélectrique doit être utilisé pour vérifier par essai l'isolation des circuits l'un de l'autre et de leur environnement. L'essai doit être réalisé sur ces circuits selon 8.2.4. En variante, la méthode d'essai donnée en Annexe C peut être utilisée pour l'essai entre chaque circuit et la surface du composé ou de l'enveloppe non métallique.

La tension d'essai doit être appliquée pendant au moins 1 s.

En variante, 1,2 fois la tension d'essai peut être appliquée et maintenue pendant au moins 100 ms.

Dans certains cas, il peut être nécessaire que la période d'essai réelle soit nettement plus longue que 100 ms, parce qu'un échantillon ayant une capacité distribuée élevée requiert une durée supplémentaire pour atteindre la tension d'essai exigée.

L'essai doit être réputé avoir réussi s'il ne se produit ni claquage ni arc électrique pendant son exécution.

NOTE Généralement, le courant qui circule au cours de l'essai ne dépasse pas 5 mA eff..

Contrairement à ce qui est mentionné ci-dessus, l'essai de rigidité diélectrique des piles et des accumulateurs doit être effectué conformément aux exigences de l'essai de rigidité diélectrique individuel de série de l'IEC 60079-7.

Dans le cas où le matériel qui utilise des circuits qui contiennent des composants supprimant les transitoires connectés entre le circuit et les parties mises à la terre, il n'est pas nécessaire de soumettre ces matériels à des essais de rigidité diélectrique individuels de série s'ils sont destinés à être utilisés uniquement avec un circuit isolé galvaniquement et ils doivent être marqués "X" conformément aux exigences de marquage de l'IEC 60079-0, pour indiquer cette condition particulière d'utilisation.

Pour le niveau de protection "mc" qui comprend un essai de rigidité diélectrique individuel de série dans la norme industrielle applicable pour les articles individuels du matériel électrique, l'utilisation de cet essai doit être autorisée pour satisfaire à l'exigence d'essai de rigidité diélectrique individuel de série pour le niveau de protection "mc".

10 Marquage

En plus des exigences de l'IEC 60079-0, le marquage doit inclure:

- a) la tension assignée,
- b) le courant assigné,

- c) le courant de court-circuit présumé de la source d'alimentation électrique externe si inférieur à 1 500 A, par exemple "Courant de court-circuit d'alimentation autorisé: 500 A".
- d) de façon optionnelle, le courant de court-circuit présumé autorisé de l'alimentation électrique externe, si le matériel est conçu pour un courant de court-circuit de 1 500 A ou plus, par exemple "Courant de court-circuit d'alimentation autorisé: 3 500 A".
- e) pour les niveaux de protection «mb» et «mc» pour l'EPL Db et l'EPL Dc soumis à essai sans couche de poussière, la température maximale de surface exprimée en degrés Celsius et l'unité de mesure °C précédée de la lettre «T» (par exemple, T 90 °C). Pour le niveau de protection «ma» pour l'EPL Da et le cas échéant, pour les niveaux de protection «mb» et «mc» pour l'EPL Db et l'EPL Dc soumis à essai avec une couche de poussière, la température maximale de surface T_L doit être indiquée sous forme de valeur de température en degrés Celsius et de l'unité de mesure °C, la profondeur de couche L étant indiquée sous forme d'indice inférieur en mm (par exemple T_{200} 320 °C). Dans le cas des Niveaux de protection «mb» et «mc» pour l'EPL Db ou Dc soumis à essai avec une couche de poussière, il n'est pas exigé de marquer la température maximale de surface sans couche de poussière. En variante, le marquage indiqué en c), d) et e) ci-dessus peut être inclus dans les instructions et le matériel doit être marqué "X" pour indiquer cette condition particulière d'utilisation conformément aux exigences de marquage correspondantes de l'IEC 60079-0.

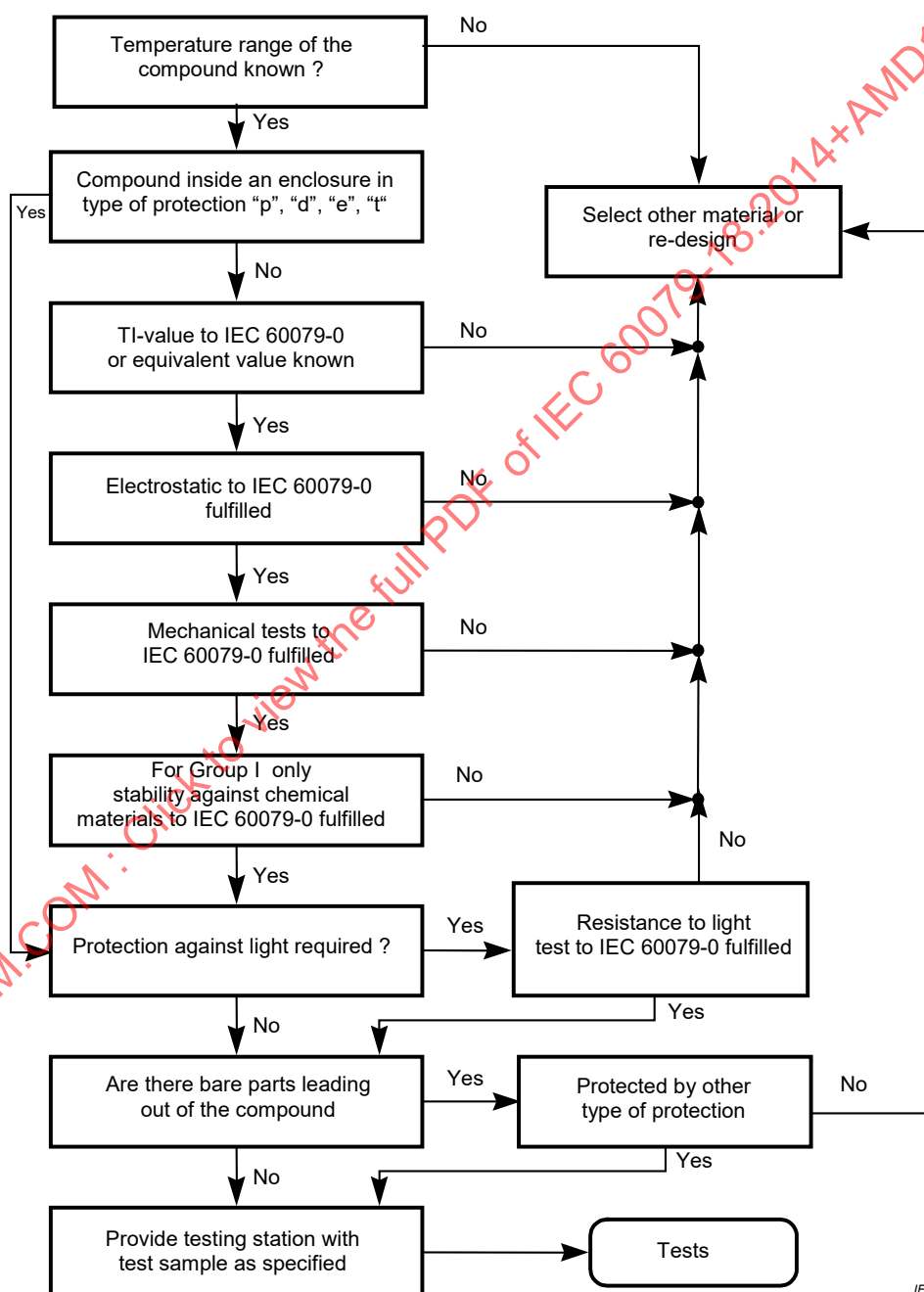
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-18:2014+AMD1:2017 CSV

Annexe A (informative)

Exigences de base pour les composés pour matériel "m"

La Figure A.1 démontre les exigences de base pour les composés pour matériel "m".

NOTE Cette Annexe ne fournit qu'un aperçu général. Lors du développement du programme d'essai pour un matériel spécifique, il est nécessaire d'accorder une attention particulière au texte détaillé des exigences applicables.



Légende

Anglais	Français
Temperature range of the compound known?	Plage de températures du composé connue?
Yes	Oui
No	Non
Compound inside an enclosure in type of protection "p", "d", "e", "t"	Composé dans une enveloppe du mode de protection "p", "d", "e", "t"
Select other material or re-design	Choisir un autre matériel ou reconcevoir
TI-value to IEC 60079-0 or equivalent value known	Valeur IT selon l'IEC 60079-0 ou valeur équivalente connue
Electrostatic to IEC 60079-0 fulfilled	Exigences électrostatiques de l'IEC 60079-0 satisfaites
Mechanical tests to IEC 60079-0 fulfilled	Essais mécaniques selon l'IEC 60079-0 satisfaisants
For Group I only stability against chemical materials to IEC 60079-0 fulfilled	Pour Groupe I seulement, stabilité envers les matériaux chimiques selon l'IEC 60079-0 satisfaisante
Protection against light required?	Protection contre la lumière exigée?
Resistance to light test to IEC 60079-0 fulfilled	Essai de résistance à la lumière selon l'IEC 60079-0 satisfait
Are there bare parts leading out of the compound	Les parties nues conduisent-elles hors du composé?
Protected by other type of protection	Protégé par un autre mode de protection
Provide testing station with test sample as specified	Fournir laboratoire d'essai avec échantillon comme spécifié
Tests	Essais

Figure A.1 – Exigences de base pour les composés pour matériel "m"

Annexe B (informative)

Allocation des échantillons d'essai

Le Tableau B.1 démontre l'allocation des échantillons d'essai.

NOTE Cette Annexe ne fournit qu'un aperçu général. Lors du développement du programme d'essai pour un matériel spécifique, il est nécessaire d'accorder une attention particulière au texte détaillé des exigences applicables.

Tableau B.1 – Allocation des échantillons d'essai

Essais normaux		Essais complémentaires	
Échantillon 1	Échantillon 2	Échantillon 3	Échantillon 4
Détermination des températures limites selon 6.3			
		Essai de traction de câble selon 8.2.5	Essai d'endurance thermique basé sur la température de service déterminée au point où le câble entre dans le composé selon 8.2.3.1
Endurance thermique à la chaleur selon 8.2.3.1	Endurance thermique à la chaleur selon 8.2.3.1		
Endurance thermique au froid selon 8.2.3.2	Endurance thermique au froid selon 8.2.3.2		
Essai du dispositif de protection thermique réarmable selon 8.2.7	Essai du dispositif de protection thermique réarmable selon 8.2.7		Essai de traction de câble selon 8.2.5
Essai de rigidité diélectrique selon 8.2.4	Essai de rigidité diélectrique selon 8.2.4		
Essai de pression selon 8.2.6 (si requis)	Essai de pression selon 8.2.6 (si requis)		
Essais mécaniques conformément à l'IEC 60079-0 (si requis)	Essais mécaniques conformément à l'IEC 60079-0 (si requis)		
Les essais sont effectués dans l'ordre indiqué dans chaque colonne.			

Annexe C (normative)

Essai de rigidité diélectrique entre les circuits et l'environnement

C.1 Généralités

Le Paragraphe 8.2.4.1 c) décrit un essai de rigidité diélectrique entre les circuits (par exemple, connexions externes) et la surface non métallique du matériel (enveloppe non métallique ou surface du composé).

Pour les grands lots de matériels, lorsqu'il est impossible en pratique de réaliser cet essai comme un essai individuel de série conformément à 9.2, il peut être effectué comme un essai par lots conformément à C.2, à condition que:

- a) La fiche technique du matériau pour le matériau d'enveloppe ou le composé spécifie une tension de claquage égale à au moins 1,5 fois la tension d'essai spécifiée en 8.2.4.1 (en prenant en compte l'épaisseur du matériau d'enveloppe ou du composé). Lorsqu'à la fois le composé et le matériau de l'enveloppe sont nécessaires pour contribuer à la rigidité diélectrique, la valeur la plus basse de la tension de claquage doit être appliquée à la distance totale à travers le composé et l'enveloppe;
- b) La tension d'essai de rigidité diélectrique de l'essai de type soit égale à 1,5 fois la tension d'essai spécifiée en 8.2.4.1;
- c) La configuration d'essai physique soit telle que décrite en 8.2.4.1c);
- d) Les critères d'acceptation soient tels qu'en 8.2.4.2;
- e) L'exigence d'essai par lots soit incluse dans la documentation du fabricant.

C.2 Procédure d'essai par lots

L'essai par lots doit être réalisé conformément aux critères suivants, d'après les données d'échantillonnage figurant dans l'ISO 2859-1:

- a) Pour un lot de production comprenant jusqu'à 100 éléments, 8 échantillons doivent être soumis à essai à une valeur égale à 1,5 fois la tension d'essai exigée par 8.2.4.1, sans présenter de défaillance;
- b) Pour un lot de production comprenant entre 101 et 1 000 éléments, 32 échantillons doivent être soumis à essai à une valeur égale à 1,5 fois la tension d'essai exigée par 8.2.4.1, sans présenter de défaillance;
- c) Pour un lot de production comprenant entre 1 001 et 10 000 éléments, 80 échantillons doivent être soumis à essai à une valeur égale à 1,5 fois la tension d'essai exigée par 8.2.4.1, sans présenter de défaillance;
- d) Les lots comprenant plus de 10 000 éléments doivent être divisés en lots plus petits.

S'il y a des résultats d'essais non conformes, tous les échantillons restants dans le lot doivent être soumis à des essais individuels de série (100 %) à la tension d'essai exigée par 8.2.4.1.

Bibliographie

IEC 60050-426, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 426: Matériel pour atmosphères explosives*

IEC 60079-1, *Atmosphères explosives – Partie 1: Protection du matériel par enveloppes anti-déflagrantes "d"*

IEC 60079-2, *Atmosphères explosives – Partie 2: Protection du matériel par enveloppe à surpression interne "p"*

IEC 60079-5, *Atmosphères explosives – Partie 5: Protection du matériel par remplissage pulvérulent "q"*

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

IEC 60079-10-1, *Atmosphères explosives – Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses*

IEC 60079-10-2, *Atmosphères explosives – Partie 10-2: Classement des emplacements – Atmosphères explosives poussiéreuses*

IEC 60079-14, *Atmosphères explosives – Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques*

IEC 60079-28, *Atmosphères explosives – Partie 28: Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique*

IEC 60086-1, *Piles électriques – Partie 1: Généralités*

IEC 60622, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Éléments individuels parallélépipédiques rechargeables étanches au nickel-cadmium*

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

IEC 60747-5-5, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets – Partie 5-5: Dispositifs optoélectroniques – Photocoupleurs*

IEC 61951-1, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs individuels portables étanches – Partie 1: Nickel-cadmium*

IEC 61951-2, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs individuels portables étanches – Partie 2: Nickel-métal hydrure*

ISO 13849-1, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-18:2014+AMD1:2017 CSV

FINAL VERSION

VERSION FINALE

**Explosive atmospheres –
Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”**

**Atmosphères explosives –
Partie 18: Protection du matériel par encapsulage “m”**

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 General	10
4.1 Level of protection (equipment protection level (EPL))	10
4.2 Additional requirements for levels of protection “ma” and “mb”	10
4.3 Additional requirements for level of protection “ma”	10
4.4 Rated voltage and prospective short circuit current	11
5 Requirements for compounds	11
5.1 General	11
5.2 Specification	11
5.3 Properties of the compound	11
5.3.1 Water absorption	11
5.3.2 Dielectric strength	11
6 Temperatures	12
6.1 General	12
6.2 Determination of the limiting temperatures	12
6.2.1 Maximum surface temperature	12
6.2.2 Temperature of the compound	12
6.3 Temperature limitation	12
7 Constructional requirements	12
7.1 General	12
7.2 Determination of faults	13
7.2.1 Fault examination	13
7.2.2 Components considered as not subject to fail	13
7.2.3 Isolating components	14
7.2.4 Infallible separation distances	14
7.3 Free space in the encapsulation	15
7.3.1 Group III “m” equipment	15
7.3.2 Group I and Group II “m” equipment	16
7.4 Thickness of the compound	17
7.4.1 “m” equipment	17
7.4.2 Windings for electrical machines	19
7.4.3 Rigid, multi-layer printed wiring boards with through connections	19
7.5 Switching contacts	20
7.5.1 General	20
7.5.2 Level of protection “ma”	21
7.5.3 Level of protection “mb”	21
7.5.4 Level of protection “mc”	21
7.6 External connections	21
7.6.1 General	21
7.6.2 Additional requirements for “ma” equipment	21
7.7 Protection of bare live parts	21
7.8 Cells and batteries	21
7.8.1 General	21

7.8.2	Prevention of gassing	22
7.8.3	Protection against inadmissible temperatures and damage to the cells or batteries	22
7.8.4	Reverse current	22
7.8.5	Current limitation	23
7.8.6	Protection against the polarity inversion and deep discharge of the cells	23
7.8.7	Charging of cells or batteries	23
7.8.8	Requirements for control safety devices for cells or batteries	24
7.9	Protective devices	24
7.9.1	General	24
7.9.2	Electrical protective devices	25
7.9.3	Thermal protective devices	25
7.9.4	Built-in protective devices	26
8	Type tests	26
8.1	Tests on the compound	26
8.1.1	Water absorption test	26
8.1.2	Dielectric strength test	26
8.2	Tests on the apparatus	26
8.2.1	Test sequence	26
8.2.2	Maximum temperature	27
8.2.3	Thermal endurance test	27
8.2.4	Dielectric strength test	28
8.2.5	Cable pull test	28
8.2.6	Pressure test for Group I and Group II electrical equipment	29
8.2.7	Test for resettable thermal protective device	30
8.2.8	Sealing test for built-in protective devices	30
9	Routine verifications and tests	30
9.1	Visual inspections	30
9.2	Dielectric strength test	30
10	Marking	31
Annex A (informative)	Basic requirements for compounds for “m” equipment	32
Annex B (informative)	Allocation of test samples	33
Annex C (normative)	Dielectric strength test between circuits and environment	34
C.1	General	34
C.2	Batch test procedure	34
Bibliography		35
Figure 1	– Dimensional key for thickness through the compound	18
Figure 2	– Minimum distances for multi-layer printed wiring boards	20
Figure 3	– Fitting of blocking diodes	23
Figure A.1	– Basic requirements for compounds for “m” equipment	32
Table 1	– Distances through the compound	15
Table 2	– Minimum thickness of compound adjacent to free space for Group III “m” equipment	16
Table 3	– Minimum thickness of compound adjacent to free space for Group I and Group II “m” equipment	17

Table 4 – Thickness of the compound	19
Table 5 – Minimum distances for multi-layer printed wiring boards	20
Table 6 – Test pressure	29
Table B.1 – Allocation of test samples	33

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-18:2014+AMD1:2017 CSV

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment(s) has been prepared for user convenience.

IEC 60079-18 edition 4.1 contains the fourth edition (2014-12) [documents 31/1152/FDIS and 31/1168/RVD] and its amendment 1 (2017-08) [documents 31/1323/FDIS and 31/1336/RVD].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

Standard IEC 60079-18 has been prepared by IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

This fourth edition constitutes a technical revision.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment-General requirements*.

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

Explanation of the significance of the changes	Clause	Type		
		Minor and editorial changes	Extension	Major technical changes
Definitions deleted and moved to IEC 60079-0	3	X		
Heading modified /added to clarify which requirements are additional requirements for “ma” level of protection only	4	X		
Thermal conductivity added	5.2		X	
Note added that it is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer’s specification of the compound needs to be verified	5.3.2	X		
Clarification added	6.2.2	X		
Clarification added	7.1	X		
For the determination of faults options added and clarification given	7.2		X	
Additional information included in Figure 1	7.4.1	X		
“Varnish and similar coatings are not considered to be solid insulation.” was added in this section and deleted in the definition on 3.8	7.4.2	X		
For rigid, multi-layer printed wiring boards with through connections additional standards added	7.4.3.1		X	
Protection against inadmissible temperatures and damage to the cells	7.8.3			C1
Electrical protective devices clarified and additional possibilities added	7.9.2		X	
Thermal protective devices clarified and additional possibilities added	7.9.3		X	
2/3 voltage limitation deleted	7.9.3		X	
Determination of the maximum temperature for “Da” fixed	8.2.2			C2
Stabilization of the temperature	8.2.2			C3
Thermal endurance to heat	8.2.3.1		X	
Temperature fixed as reference service temperatures and tests given as alternatives	8.2.3.1.1		X	
For the dielectric strength test procedure alternative possibilities added	8.2.4.1		X	
Alternative test methods for the required pressure test for Group I and Group II electrical equipment added	8.2.6		X	
Sealing test for build-in protective devices	8.2.8		X	
For the dielectric strength test procedure alternative possibilities added	9.2		X	
Marking	10	X	X	

Explanation of the Types of Significant Changes:

A) Definitions

1. Minor and editorial changes:

- Clarification
- Decrease of technical requirements
- Minor technical change
- Editorial corrections

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

2. Extension:

- Addition of technical options

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

3. Major technical changes:

- addition of technical requirements
- increase of technical requirements

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

Note These changes represent current technological knowledge. However, these changes should not normally have an influence on equipment already placed on the market.

B) Information about the background of 'Major technical changes'

C1 Clause 7.8.3 modified and additional requirements added for cells or batteries

C2 The flexibility given in IEC 60079-0 is replaced by a min. requirement. For level of protection "ma" equipment, designed for EPL "Da" the maximum surface temperature shall be determined with the equipment mounted in accordance with the manufacturer's instructions, and surrounded on all available surfaces by dust with a layer thickness of at least 200 mm

C3 The increase of the temperature during the test can be a very slow process. The final temperature shall be considered to have been reached when the rate of rise of temperature does not exceed 1 K/24 h

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

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

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

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

The contents of the corrigendum of July 2018 have been included in this copy.

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”

1 Scope

This part of IEC 60079 gives the specific requirements for the construction, testing and marking of electrical equipment, parts of electrical equipment and Ex components with the type of protection encapsulation “m” intended for use in explosive gas atmospheres or explosive dust atmospheres.

This part applies only for encapsulated electrical equipment, encapsulated parts of electrical equipment and encapsulated Ex components (hereinafter always referred to as “m” equipment) where the rated voltage does not exceed 11 kV.

The application of electrical equipment in atmospheres, which may contain explosive gas as well as combustible dust simultaneously, may require additional protective measures.

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

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

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

2 Normative references

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

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

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

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

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

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

IEC 60079-31, *Explosive atmospheres – Part 31: Equipment dust ignition protection by enclosure “t”*

IEC 60127 (all parts), *Miniature fuses*

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

IEC 60691, *Thermal-links – Requirements and application guide*

IEC 60730-2-9, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing controls*

IEC 60738-1, *Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient – Part 1: Generic specification*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61558-1, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests*

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

IEC 62326-4-1, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification – Section 1: Capability detail specification – Performance levels A, B and C*

ANSI/UL 248 (all parts), *Standard for low-voltage fuses*

ANSI/UL 746B, *Standard for polymeric materials – Long term property evaluations*

ANSI/UL 796, *Printed-Wiring Boards*

IPC-A-600, *Acceptability of Printed Boards*

IPC-6012, *Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards*

3 Terms and definitions

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

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

3.1 encapsulation “m”

type of protection whereby parts that are capable of igniting an explosive atmosphere by either sparking or heating are fully enclosed in a compound or other non-metallic enclosure with adhesion in such a way as to avoid ignition of a dust layer or explosive atmosphere under operating or installation conditions

3.2 temperature range of the compound

range of temperatures within which the properties of the compound, in either operation or storage, permit compliance with the requirements of IEC 60079-18

3.3**free surface**

compound surface exposed to the explosive atmospheres and/or dust layers

3.4**switching contact**

mechanical contact, which makes and breaks an electrical circuit

3.5**adhesion**

moisture, gas and dust tight permanent bonding of a compound to a surface

3.6**countable fault**

fault which occurs in parts of electrical equipment conforming to the constructional requirements

3.7**infallible separation**

separation between electrically conductive parts that is considered as not subject to short circuits

3.8**solid insulation**

insulation material which is extruded or moulded, but not poured

Note 1 to entry: Insulators fabricated from two or more pieces of electrical insulating material, which are solidly bonded together may be considered as solid.

4 General**4.1 Level of protection (equipment protection level (EPL))**

Electrical equipment with encapsulation “m” shall be either:

- a) level of protection “ma” (EPL “Ma, Ga, Da”),
- b) level of protection “mb” (EPL “Mb, Gb, Db”), or
- c) level of protection “mc” (EPL “Gc, Dc”).

The requirements of this standard apply to all levels of protection for encapsulation “m” unless otherwise stated.

4.2 Additional requirements for levels of protection “ma” and “mb”

Components without additional protection shall be used only if they cannot damage the encapsulation mechanically or thermally in the case of any fault conditions specified in this standard.

Alternatively, where a fault of an internal component may lead to failure of encapsulation “m” due to increasing temperature, the requirements of 7.9 shall apply.

4.3 Additional requirements for level of protection “ma”

The working voltage at any point in the circuit shall not exceed 1 kV.

4.4 Rated voltage and prospective short circuit current

The rated voltage and the prospective short circuit current shall be specified such that the limiting temperature is not exceeded for the relevant level of protection “ma”, “mb” or “mc”.

5 Requirements for compounds

5.1 General

The documentation shall specify the compound(s) used and the processing method(s), including measures to prevent the formation of voids.

As a minimum, those properties of the compound(s) on which encapsulation “m” depends shall be provided.

NOTE Proper selection of the compound allows for the expansion of components during operation and in the event of allowable faults.

5.2 Specification

The specification for the compound shall include the following:

- a) the name and address of the manufacturer of the compound,
- b) the exact and complete reference of the compound and if relevant, percentage of fillers and any other additives, the mixture ratios and the type designation,
- c) if applicable, any treatment of the surface of the compound(s), for example varnishing,
- d) if applicable, to obtain correct adhesion of the compound to a component, any requirement for pre-treating of the component for example cleaning, etching,
- e) the dielectric strength in accordance with IEC 60243-1 at the maximum service temperature of the compound determined according to 8.2.2 a) if available; if not available, the requirements of 5.3.2 shall be applied,
- f) temperature range of the compound(s) (including maximum continuous operating temperature (COT) and minimum continuous operating temperature (COT)),
- g) in the case of “m” equipment where the compound is part of the external enclosure, the temperature index TI value as defined by IEC 60079-0. As an alternative to the TI, the relative thermal index (RTI-mechanical) may be determined in accordance with ANSI/UL 746B,
- h) the colour of the compound used for the test samples, where the compound specification will be influenced by changing the colour,
- i) Thermal conductivity if utilizing the alternative test method in 6.2.2.

NOTE It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer's specification of the compound needs to be verified.

5.3 Properties of the compound

5.3.1 Water absorption

Either the compound shall be tested in accordance with 8.1.1 or, if this test is not performed, the certificate number for the equipment shall include the “X” suffix in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0 and the specific conditions of use listed on the certificate shall detail the precautions necessary.

5.3.2 Dielectric strength

Where the dielectric strength according to IEC 60243-1 at the maximum service temperature according to 8.2.2 a), of the compound is not available from the material manufacturer, a test shall be performed in accordance with 8.1.2.

NOTE It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer's specification of the compound needs to be verified.

6 Temperatures

6.1 General

The service temperature of the compound, determined in accordance with IEC 60079-0, shall not exceed the maximum value of the COT of the compound. The maximum surface temperature shall be determined in accordance with IEC 60079-0 under normal operation and under fault conditions as defined in 7.2.1. The "m" equipment shall be protected in such a way that encapsulation "m" is not adversely affected under these fault conditions.

6.2 Determination of the limiting temperatures

6.2.1 Maximum surface temperature

The maximum surface temperature shall be determined using the test method given in 8.2.2 in accordance with the supply conditions specified in 4.4.

NOTE This temperature is used to determine either the temperature class for explosive gas atmospheres or the maximum surface temperature in degree Celsius for explosive dust atmospheres of the equipment, or both.

6.2.2 Temperature of the compound

The hottest component shall be determined. The maximum temperature in the compound, adjacent to the hottest component, shall be determined using the test method given in 8.2.2 for normal operation.

As an alternative the determination of the temperature of the hottest component in normal operation may be done by calculation, manufacturer's specification or by testing the component under intended application conditions prior to encapsulating the component if the thermal conductivity of the compound is greater than that of air.

NOTE Thermal conductivity of air is most often defined as 0.25 W/m²K (standard conditions).

6.3 Temperature limitation

Where the equipment may be subject to fault in accordance with 7.2.1, or where there is the possibility of an increased temperature, for example by an unfavourable input voltage in accordance with 7.2.1 or an unfavourable load, this shall be taken into account in determining the limiting temperatures.

When a protective device is required to limit temperatures for safety reasons, it shall be an electrical or thermal device external to the equipment or directly integrated into the equipment, as defined in 7.9.

7 Constructional requirements

7.1 General

Where the compound forms part of the external enclosure it shall comply with the requirements of IEC 60079-0 for non metallic enclosures and non metallic parts of enclosures.

If the surface of the compound is totally or partly surrounded by an enclosure and the enclosure is part of the protection, the enclosure or parts of the enclosure shall comply with the enclosure requirements of IEC 60079-0.

Additional protective measures may be required to be provided by the user in the installation in order to comply with the requirements of this standard. For example, additional mechanical

protection may be required to protect the equipment from a direct impact. In such cases, the certificate number for the equipment shall include the “X” suffix in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0 and the specific conditions of use listed in the certificate shall detail the precautions necessary.

Appropriate action shall be taken to accommodate the expansion of components during normal operation and in the event of faults according to 7.2.

In 7.2 to 7.9 the requirements differ according to whether the compound adheres to the enclosure. Where adhesion is specified, the aim is to prevent the ingress of explosive atmospheres and moisture at the boundary surfaces (for example enclosure-compound, compound-parts that are not completely embedded in the compound, such as printed wiring boards, connection terminals, etc.). Where adhesion is required to maintain the type of protection, it shall be maintained after completion of all the prescribed tests. The choice of the compound(s) to be used for a specific application is dependent on the task each compound has to perform. Testing a compound once for a given application will not qualify that compound for all applications.

NOTE Tests for adhesion are under consideration.

7.2 Determination of faults

7.2.1 Fault examination

When tested in accordance with IEC 60079-0, encapsulation “m” shall be maintained in the case of

- a) the most unfavourable output load and
- b) up to two internal countable faults for level of protection “ma”, and up to one internal countable fault for level of protection “mb”, taking into account 7.2.2, 7.2.3 and 7.2.4.

No faults are taken into account for level of protection “mc”.

NOTE Examples of faults are: a short circuit in any component, the failure of any component and a fault between tracks in the printed wiring board, but not the opening of a track.

The failure of some components may result in an unstable condition, for example, alternating between high and low resistance. In those cases, the most onerous condition shall be considered.

If a fault leads to one or more subsequent faults, for example, due to the overload of a component, the primary and subsequent fault(s) shall be considered to be a single fault.

7.2.2 Components considered as not subject to fail

For levels of protection “ma” and “mb” the following components shall be considered as not to fail if they are encapsulated according to the requirements of this standard, if they are suitable for the service temperature and if they are not operated at more than 2/3 of their rated voltage, rated current and rated power related to the rating of the device, the mounting conditions and the temperature range specified:

- resistors,
- single-layer, spirally wound coils,
- plastic foil capacitors,
- paper capacitors,
- ceramic capacitors,
- semiconductors,
- semiconductor devices used as a protective device according to 7.9,

- resistors used as a protective device according to 7.9, if they comply with the current limiting resistors of IEC 60079-11 for level of protection “ia” or “ib”.

For levels of protection “ma” and “mb” windings that comply with IEC 60079-7, including also those that have wire diameters of less than 0,25 mm shall be considered as not subject to failure if they are encapsulated according to the requirements of this standard.

7.2.3 Isolating components

The following components for the segregation of different circuits shall be considered to provide isolation and are not considered to fail across the segregation:

- Galvanically separating components (e.g. optocouplers and relays),
 - if the rated insulation voltage conforms to $2U + 1\,000\text{ V r.m.s. } +5\%_0$ or $1\,500\text{ V r.m.s.}$ whichever is greater (U is the sum of the rated r.m.s. voltages of both circuits), or
 - for a rated insulation voltage across the segregation of more than 60 V (sum of the rated r.m.s. voltages of both circuits), optocouplers and relays providing a double or reinforced insulation between the circuits per IEC 61140, or
 - complying with IEC 60079-11 for level of protection “ia” or “ib”.
- Transformers,
 - complying with IEC 61558-2-6, or
 - providing a double or reinforced insulation between the circuit per IEC 61558-1, or
 - complying with IEC 60079-11 for level of protection “ia” or “ib”.

NOTE 1 It is not a requirement of this standard that conformity to the above standards per the manufacturer's specification regarding segregation needs to be verified.

NOTE 2 Galvanically separating components providing double or reinforced insulation according to a product standard are considered to meet the requirements of IEC 61140 e.g. IEC 60747-5-5 for optocouplers.

7.2.4 Infallible separation distances

7.2.4.1 General

It is not necessary to consider the possibility of a fault occurring as described in 7.2.1 in respect of voltage breakdown, if the distances between bare current-carrying parts:

- of the same circuit, or
- of a circuit and earthed metal parts, or
- of two separate circuits (sum of the working voltages shall be taken as the voltage for Table 1; where one of the working voltages is less than 20 % of the other, it shall be ignored),

comply with the requirements of 7.2.4.2 and if applicable 7.2.4.3.

7.2.4.2 Distances through the compound

Distances through compound shall be considered to be infallible against short circuit for level of protection “ma” and level of protection “mb” if they comply with the values in Table 1, provided that the distances in the compound are fixed or secured mechanically before encapsulation.

NOTE When a suitably adhered non-metallic enclosure of a given specific minimum thickness permits a zero thickness of compound per Key letter c of Table 4 and Figure 1, then the separation distances for the associated current carrying parts are still considered infallible against short circuit

Distances between the minimum distances given for level of protection “mc” and the infallible distances given for level of protection “ma” and “mb” are not considered infallible and shall be

assessed as a “countable fault”. Distances less than those given for level of protection “mc” are considered as short-circuits if this impairs the type of protection “m”.

For level of protection “mc” the values of Table 1 are the constructional requirements and may be achieved by mechanically fixing before encapsulation.

Table 1 – Distances through the compound

Voltage U r.m.s. or d.c. (see ^a) V	Minimum distance mm		
	“ma”	“mb ”	“mc ”
≤ 32	0,5	0,5	0,2
≤ 63	0,5	0,5	0,3
≤ 400	1	1	0,6
≤ 500	1,5	1,5	0,8
≤ 630	2	2	0,9
≤ 1 000	2,5	2,5	1,7
≤ 1 600	-	4	4
≤ 3 200	-	7	7
≤ 6 300	-	12	12
≤ 10 000	-	20	20

^a Voltages shown are derived from IEC 60664-1 and are based on the rationalization of supply voltages given in Table 3b of IEC 60664-1. When determining the required distance, the working voltage may be higher than the voltage in the table by a factor of 1,1.

NOTE The factor of 1,1 recognizes that at many places in a circuit, the working voltage equals the rated voltage and that there are a number of rated voltages in common use that can be accommodated by the 1,1 factor.

7.2.4.3 Distances through solid insulation

The distance through solid insulation, on which the type of protection “m” depends, shall be at least 0,1 mm and shall comply with the dielectric strength test of 8.2.4.

7.3 Free space in the encapsulation

7.3.1 Group III “m” equipment

The sum of the free spaces is not limited, but the volume of each individual free space is limited to 100 cm³. The thickness of the compound surrounding such free spaces shall meet the requirements of Table 2.

Table 2 – Minimum thickness of compound adjacent to free space for Group III “m” equipment

Level of protection	Minimum thickness of compound adjacent to free space to:	Free space $\leq 1 \text{ cm}^3$	Free space $> 1 \text{ cm}^3 \leq 100 \text{ cm}^3$
“ma”	Free space or free surface	3 mm	3 mm
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	3 mm (enclosure + compound) ^a	3 mm (enclosure + compound) ^a
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	3 mm	3 mm
“mb”	Free space or free surface	1 mm	3 mm
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	1 mm (enclosure + compound)	3 mm (enclosure + compound) ^a
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	1 mm	3 mm
“mc”	Free space or free surface	1 mm	1 mm
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	1 mm (enclosure + compound)	1 mm (enclosure + compound)
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	1 mm	1 mm
^a Wall thickness of the enclosure $\geq 1 \text{ mm}$.			
The thickness of the materials quoted in this table does not imply compliance with other mechanical tests required by IEC 60079-0.			
NOTE A metal enclosure with adhesion is permitted to have no compound thickness to a free space provided there are no live parts in the free space.			

7.3.2 Group I and Group II “m” equipment

The sum of the free spaces shall not exceed:

- 100 cm³ for level of protection “mb” and “mc”;
- 10 cm³ for level of protection “ma”.

The minimum thickness of the compound surrounding such free spaces shall comply with Table 3.

Table 3 – Minimum thickness of compound adjacent to free space for Group I and Group II “m” equipment

Level of protection	Minimum thickness of compound adjacent to free space to:	Free space $\leq 1 \text{ cm}^3$	Free space $> 1 \text{ cm}^3 \leq 10 \text{ cm}^3$	Free space $> 10 \text{ cm}^3 \leq 100 \text{ cm}^3$
“ma”	Free space or free surface	3 mm	3 mm (pressure test in accordance with 8.2.6)	Not permitted
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	3 mm (enclosure + compound) ^a	3 mm (enclosure + compound) ^a (pressure test in accordance with 8.2.6)	Not permitted
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	3 mm	3 mm (pressure test in accordance with 8.2.6)	Not permitted
“mb”	Free space or free surface	1 mm	3 mm	3 mm (pressure test in accordance with 8.2.6)
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	1 mm (enclosure + compound)	3 mm (enclosure + compound) ^a	3 mm (enclosure + compound) ^a (pressure test in accordance with 8.2.6)
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	1 mm	3 mm	3 mm (pressure test in accordance with 8.2.6)
“mc”	Free space or free surface	1 mm	1 mm	3 mm
	Non-metallic or metal enclosure with adhesion	1 mm (enclosure + compound)	1 mm (enclosure + compound)	3 mm (enclosure + compound) See note
	Non-metallic or metal enclosure without adhesion	1 mm	1 mm	3 mm
^a Wall thickness of the enclosure $\geq 1 \text{ mm}$.				
The thickness of the materials quoted in this table does not imply compliance with other mechanical tests required by IEC 60079-0.				
NOTE A metal enclosure with adhesion is permitted to have no compound thickness to a free space provided there are no live parts in the free space.				

7.4 Thickness of the compound

7.4.1 “m” equipment

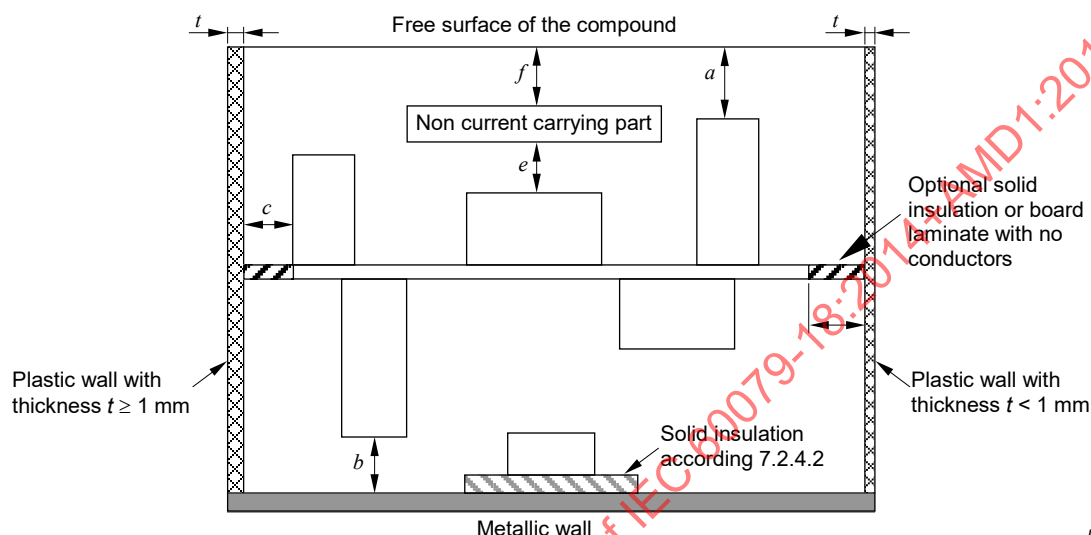
The minimum thickness of compound surrounding the electrical components and circuit shall be in accordance with Table 4 and Figure 1.

If solid insulation according to 7.2.4.3 is used in an enclosure with metallic walls as shown in Figure 1, the compound shall adhere to the wall.

NOTE 1 Figure 1 does not necessarily represent a practical construction, but is intended to assist in understanding Table 4 by showing an encapsulated circuit that includes a free surface; a metallic enclosure; a plastic enclosure with different wall thicknesses.

When a suitably adhered non-metallic enclosure of a given specific minimum thickness permits a zero thickness of compound per Key letter c of Table 4 and Figure 1, then the separation distances for the associated current carrying parts are still considered infallible against short circuit.

NOTE 2 Separation distances (creepages and clearances) associated with such current carrying parts that are permitted to have zero thickness of compound and still be considered infallible against short circuit, are evaluated in accordance with the applicable safety requirements of the relevant industrial standards.



IEC

Key

- a* distance to free surface
- b* distance to metal enclosure
- c* distance to non metallic enclosure with wall thickness $t \geq 1$ mm
- d* distance to non metallic enclosure with wall thickness $t < 1$ mm
- e* distance to non current carrying part within the compound
- f* distance from non current carrying part to free surface

Figure 1 – Dimensional key for thickness through the compound

In all cases the compound shall be subjected to the dielectric strength test of 8.2.4.

Table 4 – Thickness of the compound

	Level of protection “ma”	Level of protection “mb” or “mc”
Free surface $\leq 2 \text{ cm}^2$	$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq$ distance according to Table 1 but not less than 1 mm
Free surface $> 2 \text{ cm}^2$	$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq$ distance according to Table 1 but not less than 3 mm
non metallic enclosure with adhesion (wall thickness $t < 1 \text{ mm}$)	$d \geq 3 \text{ mm}$	$d \geq$ distance according to Table 1 but not less than 1 mm
non metallic enclosure with adhesion (wall thickness $t \geq 1 \text{ mm}$)	$c \geq (3 \text{ mm} - t)^a$	$c \geq (\text{distance according to Table 1} - t)^a$
non metallic enclosure without adhesion	$c = d \geq 3 \text{ mm}$	$c = d \geq$ distance according to Table 1 but not less than 1 mm
Metal enclosure	$b \geq 3 \text{ mm}$	$b \geq$ distance according to Table 1 but not less than 1 mm
Non current carrying part	$e \geq 3 \text{ mm}$	$e \geq$ distance according to Table 1 but not less than 1 mm
Non current carrying part – free surface	$f + e \geq a$	$f + e \geq a$
^a In the case of non metallic enclosure with adhesion and wall thickness $\geq 1 \text{ mm}$ if the application of the formula allows $c = 0$ the component may be placed against the wall.		

7.4.2 Windings for electrical machines

For electrical machines with windings in slots, the solid slot insulation shall have:

- for level of protection “ma” only, a minimum thickness of 0,1 mm and shall be extended by at least 5 mm beyond the end of the slot;
- for levels of protection “ma” and “mb”, the end of the slot and the end-winding shall be protected by the minimum thickness of compound in accordance with 7.4.1. A dielectric strength test in accordance with 8.2.4 shall be passed with a test voltage $U = 2U + 1\,000 \text{ V r.m.s.} + \frac{5}{0} \%$ with a minimum of 1 500 V a.c. at 48 Hz to 62 Hz.

Varnish and similar coatings are not considered to be solid insulation.

7.4.3 Rigid, multi-layer printed wiring boards with through connections

7.4.3.1 General

Multi-layer printed wiring boards complying with the requirements of IEC 62326-4-1, performance level C or IPC-A-600 and IPC-6012 or ANSI/UL 796, operated at working voltages less than or equal to 500 V, shall be considered to be encapsulated providing they meet 7.4.3.2

NOTE It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer’s performance specification of the printed wiring board needs to be verified.

7.4.3.2 Minimum distances

The insulation thickness of both, the copper-clad laminates and the adhesive films shall comply with the requirements of 7.2.4.3.

NOTE The insulation thickness is the combination of the laminate and the adhesive film when they are not separated by copper.

The minimum distance between the printed circuit conductors and the edge of the multi-layer printed wiring board or any hole in it shall be at least distance b of Table 5. If the edges or holes are protected with metal or insulating material extending at least 1 mm along the surface of the board from the edges or holes, the distance between the printed wiring conductors and the metal or insulating material may be reduced to distance c of Table 5. Metal coating shall have a minimum thickness of 35 μm (see also Figure 2 and Table 5).

Table 5 – Minimum distances for multi-layer printed wiring boards

Distance	Level of protection “ma”	Level of protection “mb”	Level of protection “mc”
a	3 mm	0,5 mm	0,25 mm
b	3 mm	3 mm	1 mm
c	3 mm	1 mm	0,5 mm
d	0,1 mm, see 7.2.4.3	0,1 mm, see 7.2.4.3	0,1 mm, see 7.2.4.3
e	In accordance with Table 1	In accordance with Table 1	In accordance with Table 1

where

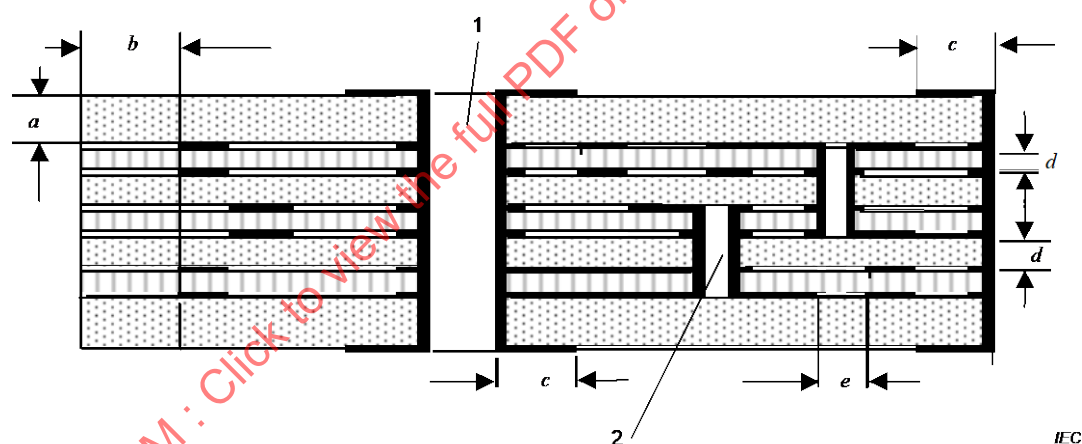
a is the distance between the current carrying part and the outside surface through the cover layer;

b is the distance between the current carrying part and the outside surface along the cover layer;

c is the length of metal or insulation extending along the surface of the board from the edge or the hole;

d is the thickness of the adhesive film or the core where segregation is required;

e is the distance between two circuits inside the multilayer where segregation is required.



Key

core and cover layer

adhesive film

copper



1 Through contact for termination

2 Through contact to connect the printed conductors to the layers

Figure 2 – Minimum distances for multi-layer printed wiring boards

7.5 Switching contacts

7.5.1 General

Switching contacts shall be provided with an additional enclosure.

NOTE Entering of compound in the enclosure of the switching contacts during the encapsulation process can interfere with the function of the device

7.5.2 Level of protection “ma”

This additional enclosure shall be in accordance with the requirements for hermetically-sealed devices as defined in IEC 60079-15 before encapsulation.

NOTE Damage to the hermetically-sealed enclosure due to stresses during potting can invalidate the type of protection of the device.

The rating of switching contacts shall be less than or equal to 60 V and 6 A. The additional enclosure shall be made of inorganic material if the switched current exceeds 2/3 of the rated current specified by the manufacturer of the component.

7.5.3 Level of protection “mb”

This additional enclosure shall be made of inorganic material if the switched current exceeds 2/3 of the rated current specified by the manufacturer of the component or if the current exceeds 6 A.

7.5.4 Level of protection “mc”

This additional enclosure shall be made of inorganic material if the switched current exceeds 6 A.

7.6 External connections

7.6.1 General

When compounds are used to secure a permanently connected cable, the cable shall be suitably protected against damage from flexing and the pull test shall be carried out according to 8.2.5.

This test shall not be performed on Ex Components or where the enclosure of the “m” protected device does not serve as an external enclosure.

7.6.2 Additional requirements for “ma” equipment

The Ex ma equipment shall either be supplied by a circuit in accordance with level of protection “ia” according to IEC 60079-11 or have a connection in accordance with one of the following requirements:

- for EPL Ga requirements of IEC 60079-26;
- for EPL Da, level of protection “ta” of IEC 60079-31.

7.7 Protection of bare live parts

Depending on the required EPL bare live parts that pass through the surface of the compound shall be protected by another type of protection as listed in IEC 60079-0 for the required EPL.

NOTE In this case, the equipment is marked with multiple types of protection in accordance with IEC 60079-0.

7.8 Cells and batteries

7.8.1 General

When evaluating battery control arrangements with respect to the potential release of gas, the full range of operating temperatures, internal resistance and voltage capability shall be considered. It shall be assumed that batteries can become unbalanced, but cells with negligible resistance or voltage capability need not be taken into account.

Subclause 7.8 applies to all levels of protection, unless specifically excluded.

For level of protection “ma” cells and batteries shall additionally comply with the cell and battery requirements of IEC 60079-11 except for the relaxation for parallel cells, which are not permitted in equipment solely protected by encapsulation.

7.8.2 Prevention of gassing

Electrochemical systems that can release gas during normal operation are not permitted. If for levels of protection “ma” and “mb” the release of gas in the event of a fault cannot be precluded, the gassing shall be minimised by a control device in accordance with 7.8.8. With secondary cells, the control device shall be effective not only during charging, but also during discharging. This also applies for charging outside the hazardous area.

In particular,

- a) vented cells shall not be used,
- b) sealed valve regulated cells shall not be used,
- c) sealed gas-tight cells that, within the range of the ambient temperature of the electric equipment, do not release gas under any operating or fault conditions may be used without a control device in accordance with 7.8.8.

Gas-tight cells that do not fulfil the requirements of 7.8.2 c) shall have a control device in accordance with 7.8.8.

7.8.3 Protection against inadmissible temperatures and damage to the cells or batteries

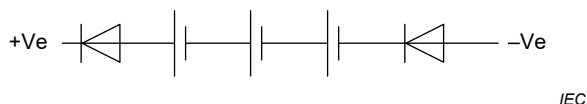
The maximum service temperature of the cells or batteries under worst case load (see 7.8.5) shall not exceed either the temperature specified by the manufacturer of the cells or batteries, or 80 °C if not specified by the manufacturer and the maximum charging and discharging current shall not exceed the safe value specified by the manufacturer by one of the following means:

- a) shall be provided with one or more control devices as described in 7.8.8 to prevent unacceptable overheating or gassing inside the compound,
- b) shall be provided with a series resistor to limit current to the cell rating and a blocking diode to preclude reverse charging.

In either case, the requirements in 7.8.4 through 7.8.7 apply as applicable.

7.8.4 Reverse current

For levels of protection “ma” and “mb” where there is another voltage source in the same enclosure, the encapsulated cell or battery and its associated circuits shall be protected against charging by circuits other than those specifically designed for charging. For example, by separating the cell or battery and its associated circuits from all other voltage source(s) inside the enclosure, using the distances specified in Table 1 for the highest voltage capable of causing the reverse current. Alternatively, the cell or battery only may be separated, from the other voltage source(s) using the distances specified in Table 1, but with one blocking diode for level of protection “mb”, or two blocking diodes for level of protection “ma”, fitted as shown in Figure 3, and so arranged as to reduce the risk of a single fault causing both diodes to be short-circuited.



NOTE Figure shows arrangement for Level of Protection “ma”.

Figure 3 – Fitting of blocking diodes

7.8.5 Current limitation

The maximum surface temperature shall be determined using the highest discharge current permitted by the maximum load specified by the equipment manufacturer, or by the protective device, see 7.9, for example 1,7 times the rating of the fuse, or at short circuit if neither a load nor a protective device is specified.

A resistor, a current limiting device or a fuse according to IEC 60127 or IEC 60691 or ANSI/UL 248 series may be used to ensure the maximum discharge current specified by the manufacturer of the cells or battery is not exceeded. If replaceable fuses are used the equipment shall be marked to show their rating and function.

NOTE It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer's specification of the resistor, current limiting device or fuse needs to be verified.

7.8.6 Protection against the polarity inversion and deep discharge of the cells

For level of protection “ma” and “mb” when more than 3 cells are used in series, the cell voltage shall be monitored. During discharging, if the voltage falls below the limit value for the cell voltage specified by the manufacturer of the cells or battery, the control device shall disconnect the cells or battery. For level of protection “mc”, if more than three cells are connected in series, precautions shall be taken to prevent reverse polarity charging of the cell.

NOTE 1 If several cells are connected in series, cells can change polarity during discharge due to the various capacities of the cells in a battery. These “reversed pole” cells can enter an inadmissible gassing range.

Where a deep discharge protection circuit is used to prevent reverse polarity charging of cells during discharge, the minimum cut-off voltage shall be that specified by the cell or battery manufacturer. After disconnecting the load, the current shall be no more than the discharge capacity at the 1 000 h rate.

NOTE 2 Such protection is often used to prevent cells going into a state of “deep discharge”. If an attempt is made to monitor too many cells connected in series, the protection will sometimes not function reliably due to tolerances in individual cell voltages and the protection circuit. Generally, monitoring of more than six cells (in series) by one protection unit is not effective.

7.8.7 Charging of cells or batteries

7.8.7.1 Level of protection “ma” and “mb”

The charging circuits shall be fully specified as part of the equipment. The charging system shall be such that either:

- a) with one fault condition of the charging system, the charging voltage and current shall not exceed the limits specified by the manufacturer;
- or
- b) if, during charging, it is possible for the limit values specified by the manufacturer of the cells or battery for the cell voltage or the charging current to be exceeded, a separate protective device in accordance with 7.9 shall be provided to minimize the possibility of a release of gas and also exceeding the manufacturer's maximum rated cell temperature during charging.

7.8.7.2 Level of protection “mc”

The charging system shall be such that in normal operation the charge voltage and current do not exceed the limits specified by the manufacturer based on the specified temperature range of the equipment. If cells and batteries, which are an integral part of the electrical equipment are to be charged in the hazardous area, the charger shall be fully specified as part of the equipment design. If cells or batteries, which are an integral part of the electrical equipment or can be separated from the equipment are charged outside of the hazardous area, the charging shall be within the limits specified by the manufacturer of the equipment.

7.8.8 Requirements for control safety devices for cells or batteries

Where required, the control devices shall form safety related parts of a control system. It shall be the responsibility of the manufacturer to provide the information necessary to maintain the integrity of the system.

NOTE Safety related parts meeting the requirements of PL c of ISO 13849-1 “Safety of machinery – Safety related parts of control systems – Part 1: General principles for design” will satisfy this subclause.

7.9 Protective devices

7.9.1 General

If relying on a protective device to limit maximum surface temperature when the “m” equipment is subjected to a single fault for level of protection “mb” or two faults for level of protection “ma”, the protective device shall be provided either external to the equipment or directly integrated into the equipment. Protective devices for level of protection “ma” shall be non resettable. Thermal protective devices for level of protection “mb” may be resettable.

The protective device shall be capable of interrupting the maximum fault current of the circuit in which it is installed. The rated voltage of the protective device shall at least correspond to the working voltage of the circuit in which it is installed.

Where the “m” equipment contains a cell or battery and a control device is provided to prevent excessive overheating (see 7.8.5), this control device can also be considered as a protective device, providing it also protects all other components inside the same compound from exceeding the maximum surface temperature.

NOTE 1 The use of protective devices is to protect against faults and unforeseen overloads, which overheat and/or permanently damage or compromise the operational life of the equipment. Where resettable devices are used, the instructions include information to guide the user in the desirability of re-setting the devices. These instructions are considering external operational conditions under which they might be reset and also any subsequent monitoring that might be desirable.

NOTE 2 Both, self-resetting and manually resettable devices are considered to be resettable devices for the purpose of this standard.

For level of protection “ma”, if the non resettable protective device complies with the IEC 60127 series or IEC 60691 or ANSI/UL 248 series, only one device is necessary. This applies to 7.9.2 and 7.9.3.

NOTE 3 It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer’s specification of the non resettable protective device needs to be verified.

NOTE 4 ANSI/UL 248-1 contains the applicable general safety requirements for low-voltage fuses, including the requirements to establish breaking capacity or interrupting rating. The other parts of the ANSI/UL 248 series provide additional specific safety requirements based on the intended application of the fuse, such as ANSI/UL 248-14 for supplemental low-voltage fuses.

7.9.2 Electrical protective devices

7.9.2.1 General

Protective devices shall have a voltage rating not less than that of the circuit in which they are installed and shall have a breaking capacity not less than the fault current of the circuit.

Unless otherwise specified, a fuse shall be assumed to be capable of passing 1,7 times the rated current continuously. The time-current characteristic of the fuse, as stated by the manufacturer of the fuse, shall ensure that the maximum surface temperature is not exceeded. For electrical protective devices two devices normally in series are required for level of protection “ma” and one device is required for level of protection “mb”. If for level of protection “ma”, the two devices are not in series, the activation of either device shall de-energize the circuitry relying on the protection. The two devices for level of protection “ma” shall be the same type of protective device (while not necessarily the same manufacturer and part number), so as to provide duplicated protection.

An electrical protective device is not required for level of protection “mc”.

NOTE In the case of electrical supply networks where the rated voltage does not exceed 250 V, the prospective short-circuit fault current is usually 1 500 A.

7.9.2.2 Protective devices that are connected to the “m” equipment

If the protective device is external to the “m” equipment it shall be seen as equipment required for the safety of the “m” equipment, in accordance with 7.9.2. This specific condition of use shall appear on the certificate and the equipment shall be marked in accordance with the “specific conditions of use” marking requirements of IEC 60079-0.

The use of an external protective device and its connection to “m” equipment requires the device to be compatible with “ma”, “mb”, or “mc” as appropriate.

NOTE Failure to use such a device in the intended manner will lead to loss of level of protection. Where an external protective device is used to control the correct application of voltage, current and power to equipment with level of protection “ma”, the performance of the external protective device or protective circuit is safe with one countable fault. The permitted levels of voltage, current and power are determined by the thermal characteristics of the “m” equipment.

7.9.3 Thermal protective devices

Thermal protective devices shall be used to protect the compound from damage caused by local heating, for example, by faulty components, or from exceeding the maximum surface temperature.

Non-resettable devices have no provision for being reset and open a circuit permanently after being exposed to a temperature higher than their operating temperature for a given maximum period. Adequate thermal coupling shall be achieved between the monitored component and the thermal protective device. The switching capability of the device shall be defined and shall be not less than the maximum possible load of the circuit.

If resettable thermal protective devices are used, two devices normally in series are required for level of protection “mb” and one device is required for level of protection “mc”. If for level of protection “mb” the two resettable thermal protective devices are not in series, the activation of either device shall de-energize the circuitry relying on the protection. The two devices for level of protection “mb” shall be the same type of thermal protective device (while not necessarily the same manufacturer and part number), so as to provide duplicated protection.

Resettable thermal protective devices with switching contacts shall not be operated at more than 2/3 of their rated current specified by the manufacturer of the device.

Resettable thermal protective devices with switching contacts shall either comply with IEC 60730-2-9, or shall be tested according to 8.2.7.1.

Resettable thermal protective devices without switching contacts shall either comply with IEC 60738-1, or shall be tested according to 8.2.7.2.

NOTE 1 Often for functional reasons, additional resettable devices other than the thermal protective devices addressed by this clause are used. These devices typically operate at temperatures lower than the operating temperature of the thermal protective device.

NOTE 2 It is not a requirement of this standard that conformity to the manufacturer's specification of the resettable thermal protective device needs to be verified.

7.9.4 Built-in protective devices

Protective devices integral with the "m" equipment shall be of the enclosed type such that no compound can enter during the encapsulation process.

The suitability of the protective device for encapsulation shall be confirmed either by:

- a) a documentation from the manufacturer of the device;
- or
- b) testing of samples according 8.2.8.

NOTE Devices in glass, plastic, ceramic or otherwise sealed are regarded as enclosed types.

8 Type tests

8.1 Tests on the compound

8.1.1 Water absorption test

When required by 5.3.1 the test shall be carried out on samples of the compound(s) used in "m" equipment. Three dry samples of the compound(s) shall be tested. The samples shall be circular with a diameter of $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ and a thickness of $3 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$. The samples shall be weighed then immersed for at least 24 h in water, at a temperature of $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ }^{+2}_{0} \text{ K}$. They shall then be taken out of the water, wiped dry and weighed again within 1 minute. The increase in mass shall not exceed 1 %.

It is not required to use distilled water for this test.

8.1.2 Dielectric strength test

The sample shall be circular with a diameter of $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ and a thickness of $3 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$. The sample shall be symmetrically placed between electrodes $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ in diameter, within a temperature controlled oven, set to achieve the maximum service temperature of the compound.

A voltage of 4 kV r.m.s. $^{+5}_{0} \%$ and with frequency between 48 Hz and 62 Hz shall be applied for not less than 5 min. No flashover or breakdown shall occur during the test.

8.2 Tests on the apparatus

8.2.1 Test sequence

The test sequence and number of samples are given in Annex B.

8.2.2 Maximum temperature

A sample of “m” equipment shall be subjected to a type test to ensure that:

- a) the temperature limits specified in 6.1 are not exceeded in normal operation;
- b) for level of protection “ma” and “mb” the maximum surface temperature is not exceeded under fault conditions as defined in 7.2.1.

For “m” equipment without an external load, the test shall be carried out in accordance with the temperature measurements of IEC 60079-0 taking into account the supply conditions given in 4.4.

For “m” equipment with an external load, the test shall be carried out for level of protection “ma” and “mb” by adjusting the current to the highest value, which does not cause the protective device to operate, and for level of protection “mc” at the specified load parameters in normal operation and in the case of regular expected occurrences.

For level of protection “ma” equipment, designed for EPL “Da” the maximum surface temperature shall be determined with the equipment mounted in accordance with the manufacturer’s instructions, and surrounded on all available surfaces by dust with a layer thickness of at least 200 mm. The final temperature shall be considered to have been reached when the rate of rise of temperature does not exceed 1 K/24 h.

NOTE Testing, simulation and analysis is sometimes used in order to achieve the required temperature limitations under malfunction conditions for equipment with characteristics such as non-linear external loads, input power control, or difficult to define failure modes

8.2.3 Thermal endurance test

8.2.3.1 Thermal endurance to heat

8.2.3.1.1 Level of protection “ma” and “mb”

The test shall be carried out in accordance with IEC 60079-0. The temperature to be used as the reference service temperature for the test shall be either:

- a) the maximum surface temperature of the test sample under normal operation plus 20 K;
or
- b) the maximum temperature at the component surface in the compound under normal operation, see 6.2.2.

8.2.3.1.2 Level of protection “mc”

The test shall be carried out in accordance with IEC 60079-0.

The temperature to be used as the reference service temperature for the test shall be the maximum surface temperature under normal operation, see 6.2.1.

8.2.3.2 Thermal endurance to cold

The test shall be carried out in accordance with IEC 60079-0.

8.2.3.3 Acceptance criteria

After each test the sample shall be subjected to a visual inspection. No visible damage to the compound that could impair the type of protection shall be evident, for example cracks in the compound, exposure of encapsulated parts, failure of adhesion, inadmissible shrinkage, discoloration, swelling, decomposition or softening. A discoloration on the surface of the compound is permissible (for example oxidation in the case of epoxy resin).

In addition, any electrical protective device on which safety depends, other than thermal fuses, shall be verified as remaining functional.

8.2.4 Dielectric strength test

8.2.4.1 Test procedure

The test shall be carried out on the following arrangements of circuits as applicable:

- a) between galvanically isolated circuits;
- b) between each circuit and all earthed parts;
- c) between each circuit and the surface of the compound or the non-metallic enclosure that, if necessary, can be clad with a conductive foil.

For arrangement a), the voltage U to be used shall be the sum of the rated voltages of the two circuits being tested and for arrangements b) and c), the voltage U to be used shall be the rated voltage of the circuit being tested.

For arrangement b), circuits that contain transient suppression components connected between the circuit and the earthed parts, a special test sample without these components shall be permitted for the type test.

Dielectric strength shall be verified by test:

- either as given in a relevant industrial standard for the individual items of electrical equipment or,
 - at the test voltage according to 1) or 2) below and increased steadily within a period of not less than 10 s until it reaches the prescribed value, and it shall then be maintained for at least 60 s without dielectric breakdown occurring.
- 1) For equipment where the voltage U does not exceed 90 V peak, the test voltage shall be 500 V r.m.s. ($+5\%$ to 0%) at 48 Hz to 62 Hz. Alternatively, the test voltage shall be 700 V d.c. ($+5\%$ to 0%).
 - 2) For equipment where the voltage U exceeds 90 V peak, the test voltage shall be $2U + 1\,000$ V r.m.s. ($+5\%$ to 0%), with a minimum of 1 500 V r.m.s. at 48 Hz to 62 Hz. Alternatively, the test voltage shall be $2U + 1\,400$ V d.c. ($+5\%$ to 0%) with a minimum of 2 100 V d.c.

The test voltage shall be increased steadily within a period of not less than 10 s until it reaches the prescribed value, and it shall then be maintained for at least 60 s.

NOTE 1 In the case of equipment that, for electro-magnetic compatibility reasons, contain components connected to the enclosure for the suppression of interference pulses and which could be damaged during the tests, a partial discharge test is sometimes used as an alternative.

NOTE 2 If the circuit under test is not accessible from the exterior it is possible to prepare a specific test sample with additional connections

8.2.4.2 Acceptance criteria

The test shall be deemed as passed if no breakdown or arcing occurs during testing.

NOTE Typically the current flowing during the test will not exceed 5 mA r.m.s..

8.2.5 Cable pull test

8.2.5.1 Test procedure

The test shall be carried out on one sample, previously unstressed and at $21\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

A further test sample shall be subjected to the cable pull test after conditioning according to 8.2.3.1 at the maximum temperature at the cable entry point.

The tensile force applied shall be derived in the following way:

- Measure the diameter of the cable (mm), multiply this value by 20
- Measure the mass (kg) of the 'm' apparatus and multiply this value by 50
- Take the lower numerical value of these calculations and apply it (in Newtons) as tensile force for the cable pull test.

This value may be reduced to 25 % of the required value in the case of fixed installations. The minimum tensile force shall be 1 N and the minimum duration shall be 1 h. The force shall be applied in the least favourable direction.

8.2.5.2 Acceptance criteria

After testing, the sample shall be subjected to a visual inspection. Visible displacement of the cable, which affects the type of protection, shall not be evident. No damage to the compound or cable that could impair the type of protection shall be evident, for example, cracks in the compound, exposure of the encapsulated components or failure of adhesion.

8.2.6 Pressure test for Group I and Group II electrical equipment

8.2.6.1 Test procedure

For level of protection "ma" with any individual free spaces between 1 cm³ and 10 cm³ and level of protection "mb" with any individual free spaces between 10 cm³ and 100 cm³, two test samples shall be prepared with a pressure connection. Where there is more than one free space of a size requiring testing, the pressure test shall be carried out simultaneously in all those free spaces.

The pressure test shall be carried out on samples that have already been submitted to the thermal endurance tests (see 8.2.3).

The test shall be carried out with a pressure as shown in Table 6 applied for at least 10 s.

Table 6 – Test pressure

Minimum ambient temperature °C	Test pressure kPa
≥ -20 (a)	1 000
≥ -30	1 370
≥ -40	1 450
≥ -50	1 530
≥ -60	1 620
a) This covers equipment designed for the standard ambient temperature range specified in IEC 60079-0.	

As an alternative for 'mb' equipment if the component with a free space up to 100 cm³, prior to encapsulation, passes the Leakage test on sealed devices specified in IEC 60079-15 (without the conditioning, voltage, or dielectric withstand testing) it can be encapsulated without requiring the pressure test.

8.2.6.2 Acceptance criteria

After testing, the samples shall be visually inspected. No compound damage (such as cracks in the compound, exposure of the encapsulated components or failure of adhesion) that could impair the type of protection shall be evident. For constructions that are permitted to have no thickness of compound between a free space and a non-metallic enclosure wall, there shall also be no damage to the non-metallic enclosure wall(s)

8.2.7 Test for resettable thermal protective device

8.2.7.1 Resettable thermal protective devices with switching contacts

8.2.7.1.1 Test procedure

The function of the protective device shall be verified. This test shall be performed after the thermal endurance test. The device shall be capable switching its rated current $\geq 5\,000$ times.

8.2.7.1.2 Acceptance criteria

The test shall be deemed as passed if the protective device acts correctly after the test in the range specified in its datasheet.

8.2.7.2 Resettable thermal protective devices without switching contacts

8.2.7.2.1 Test procedure

The function of the protective device shall be verified. This test shall be performed after the thermal endurance test. The device shall be capable of acting (direct or indirect limiting the temperature rise) ≥ 500 times.

8.2.7.2.2 Acceptance criteria

The test shall be deemed as passed if the protective device acts correctly after the test in the range specified in its datasheet.

8.2.8 Sealing test for built-in protective devices

The test is to be performed on five samples. With the test samples at an initial temperature of $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, they are suddenly immersed in water at a temperature of $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ to a depth of not less than 25 mm for at least 1 min. The devices are considered to be satisfactory if no bubbles emerge from the samples during this test. Alternatively, a test can be applied where five samples are examined after the encapsulation to ensure that the compound has not entered the interior.

9 Routine verifications and tests

9.1 Visual inspections

Each piece of "m" equipment shall be subjected to a visual inspection. No damage shall be evident, such as cracks in the compound, exposure of the encapsulated parts, flaking, inadmissible shrinkage, swelling, decomposition, failure of adhesion (separation of any adhered parts) or softening.

9.2 Dielectric strength test

For circuits, which are accessible from the exterior the dielectric strength test shall be used to test the isolation of circuits from each other and from their environment. The test shall be carried out on these circuits in accordance with 8.2.4. Alternatively, the test method given in Annex C may be used for the test between each circuit and the surface of the compound or the non-metallic enclosure.

The test voltage shall be applied for at least 1 s.

Alternatively, 1,2 times the test voltage may be applied and maintained for at least 100 ms.

In some cases, the actual test period may need to be significantly longer than 100 ms as a sample with a large distributed capacitance takes some additional time to reach the required test voltage.

The test shall be deemed as passed if no breakdown or arcing occurs during testing.

NOTE Typically the current flowing during the test will not exceed 5 mA r.m.s..

Contrary to the above, the dielectric strength test for cells or batteries shall be carried out in accordance with the routine dielectric test requirements of IEC 60079-7.

In the case of equipment that employs circuits that contain transient suppression components connected between the circuit and the earthed parts, the equipment need not be subjected to routine dielectric strength tests, if intended for use only with a galvanically isolated circuit, and shall be marked "X" to indicate this specific condition of use in accordance with the "specific conditions of use" marking requirements of IEC 60079-0.

For level of protection "mc", where there is a routine dielectric strength test in the relevant industrial standard for the individual items of the electrical equipment, this test shall be permitted to be used to satisfy the routine dielectric test requirement for level of protection "mc".

10 Marking

In addition to the requirements of IEC 60079-0, the marking shall include:

- a) the rated voltage,
- b) the rated current,
- c) the prospective short-circuit current of the external electric supply source if less than 1 500 A, for example "Permitted supply short-circuit current: 500 A".
- d) optionally, the permitted prospective short-circuit current of the external electrical supply if the equipment is designed for a short-circuit current of 1 500 A or more, for example "Permitted supply short-circuit current: 3 500 A".
- e) for levels of protection "mb" and "mc" for EPL Db and EPL Dc, tested without a dust layer, the maximum surface temperature in degrees Celsius and the unit of measurement °C preceded with the letter "T", (e.g. T 90 °C). For level of protection "ma" for EPL Da, and where appropriate for level of protection "mb" and "mc" for EPL Db and EPL Dc tested with dust layer, the maximum surface temperature T_L shall be shown as a temperature value in degrees Celsius and the unit of measurement °C, with the layer depth L indicated as a subscript in mm, (e.g. $T_{200} 320$ °C). In the case of Levels of Protection "mb" and "mc" for EPL Db or Dc, tested with a dust layer, The maximum surface temperature without the dust layer is not required to be marked. Alternatively the marking indicated in c), d) and e) above can be included in the instructions and the equipment shall be marked "X" to indicate this specific condition of use in accordance with the "specific conditions of use" marking requirements of IEC 60079-0.

Annex A (informative)

Basic requirements for compounds for “m” equipment

Figure A.1 shows basic requirements for compounds for “m” equipment.

NOTE This Annex only provides a general overview. Specific attention needs to be paid to the detailed text of the applicable requirements when developing the test program for specific equipment.

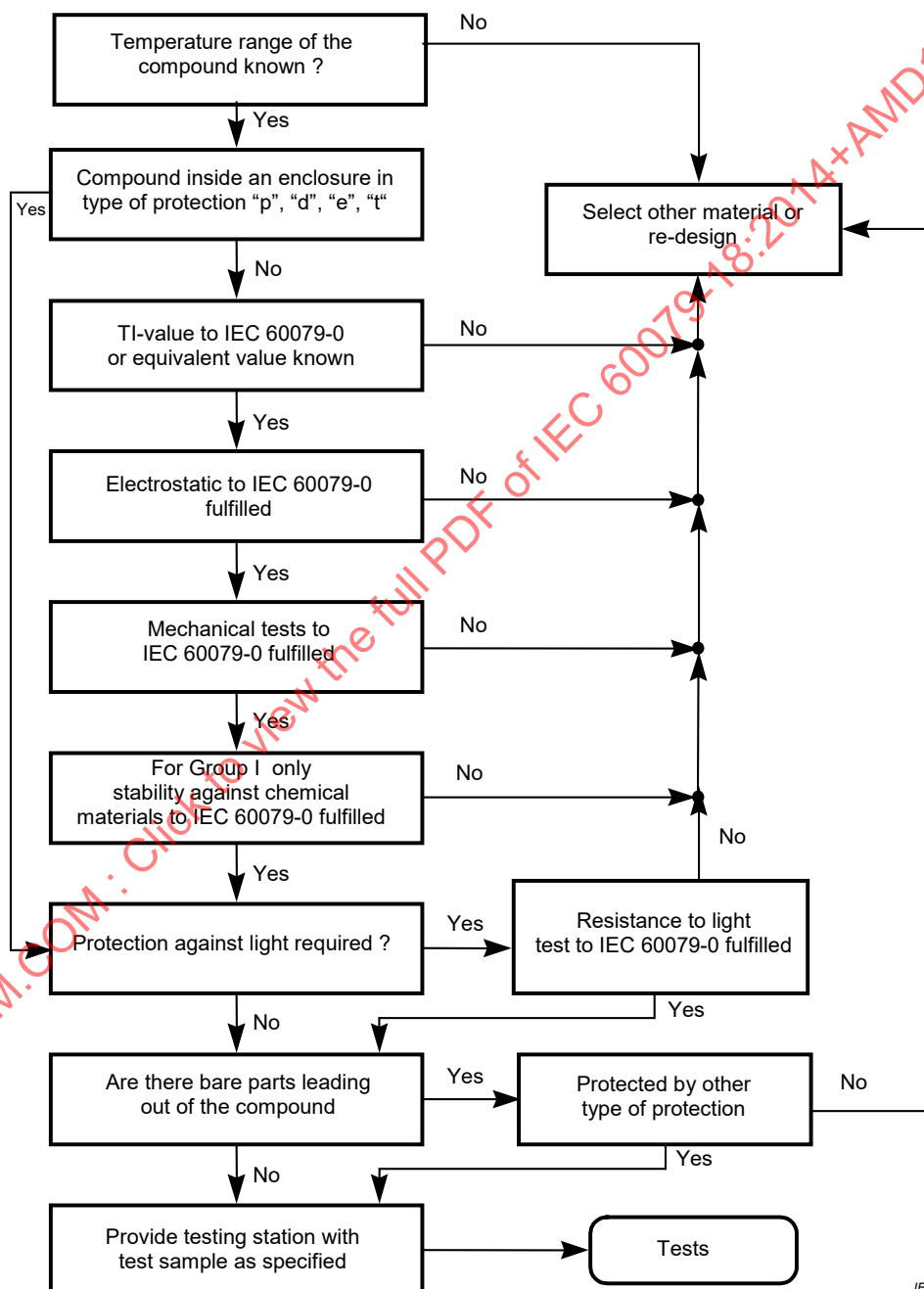


Figure A.1 – Basic requirements for compounds for “m” equipment

Annex B (informative)

Allocation of test samples

Table B.1 shows allocation of test samples.

NOTE This Annex only provides a general overview. Specific attention needs to be paid to the detailed text of the applicable requirements when developing the test program for specific equipment.

Table B.1 – Allocation of test samples

Standard tests		Additional tests	
Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
Determination of limiting temperature in accordance with 6.3			
		Cable pull test in accordance with 8.2.5	Thermal endurance test based on the service temperature determined at the point where the cable enters the compound in accordance with 8.2.3.1
Thermal endurance to heat in accordance with 8.2.3.1	Thermal endurance to heat in accordance with 8.2.3.1		
Thermal endurance to cold in accordance with 8.2.3.2	Thermal endurance to cold in accordance with 8.2.3.2		
Resettable thermal protective device test in accordance with 8.2.7	Resettable thermal protective device test in accordance with 8.2.7		Cable pull test in accordance with 8.2.5
Dielectric strength test in accordance with 8.2.4	Dielectric strength test in accordance with 8.2.4		
Pressure test in accordance with 8.2.6 (if required)	Pressure test in accordance with 8.2.6 (if required)		
Mechanical tests in accordance with IEC 60079-0 (if required)	Mechanical tests in accordance with IEC 60079-0 (if required)		
The tests are carried out in the order they appear in each column.			

Annex C (normative)

Dielectric strength test between circuits and environment

C.1 General

Subclause 8.2.4.1 c) describes a dielectric strength test between circuits (for example, external connections) and the non-metallic surface of the equipment (either a non-metallic enclosure or the surface of the compound).

For large batches of equipment, where it is impractical to perform this as a routine test in accordance with 9.2, this may be conducted as a batch test in accordance with C.2, provided that:

- a) The material datasheet for the enclosure material or the compound specifies a breakdown voltage at least 1.5 times the test voltage specified in 8.2.4.1 (taking account of the enclosure material or compound thickness). Where both the compound and the enclosure material are needed to contribute to the dielectric strength, the lower value of breakdown voltage shall be applied to the total distance through both compound and enclosure;
- b) The dielectric strength test voltage of the type test is 1,5 times the test voltage specified in 8.2.4.1;
- c) The physical test arrangement is as described in 8.2.4.1c);
- d) The acceptance criteria is as 8.2.4.2;
- e) The batch test requirement is included in the manufacturer's documentation.

C.2 Batch test procedure

The batch test shall be made according to the following criteria, based on the sampling data in ISO 2859-1:

- a) For a production batch up to 100, 8 samples shall be tested at 1,5 times the test voltage required by 8.2.4.1, with no failures;
- b) For a production batch from 101 to 1 000, 32 samples shall be tested at 1,5 times the test voltage required by 8.2.4.1, with no failures;
- c) For a production batch from 1 001 to 10 000, 80 samples shall be tested at 1,5 times the test voltage required by 8.2.4.1, with no failures;
- d) Batches above 10 000 shall be divided into smaller batches.

If there are any non-compliant test results, all remaining samples in the batch shall be routine tested (100 %) at the test voltage required by 8.2.4.1.

Bibliography

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

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

IEC 60079-2, *Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosures "p"*

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

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

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

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

IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

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

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

IEC 60622, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

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

IEC 60747-5-5, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 5-5: Optoelectronic devices – Photocouplers*

IEC 61951-1, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 1: Nickel-cadmium*

IEC 61951-2, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 2: Nickel-metal hydride*

ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	39
1 Domaine d'application	42
2 Références normatives	42
3 Termes et définitions	43
4 Généralités	44
4.1 Niveau de protection (EPL pour equipment protection level – niveau de protection du matériel)	44
4.2 Exigences supplémentaires pour les niveaux de protection "ma" et "mb"	44
4.3 Exigences supplémentaires pour le niveau de protection "ma"	45
4.4 Tension assignée et courant de court-circuit présumé	45
5 Exigences pour les composés	45
5.1 Généralités	45
5.2 Spécification	45
5.3 Propriétés du composé	45
5.3.1 Absorption d'eau	45
5.3.2 Rigidité diélectrique	46
6 Températures	46
6.1 Généralités	46
6.2 Détermination des températures limites	46
6.2.1 Température maximale de surface	46
6.2.2 Température du composé	46
6.3 Limitation de température	46
7 Exigences de construction	47
7.1 Généralités	47
7.2 Détermination des défauts	47
7.2.1 Examen des défauts	47
7.2.2 Composants considérés comme ne pouvant pas être défaillants	48
7.2.3 Composants d'isolation	48
7.2.4 Distances de séparation infaillibles	49
7.3 Espace libre dans l'encapsulage	50
7.3.1 Matériel "m" du Groupe III	50
7.3.2 Matériel "m" du Groupe I et du Groupe II	51
7.4 Épaisseur du composé	52
7.4.1 Matériel "m"	52
7.4.2 Enroulements pour machines électriques	54
7.4.3 Cartes de circuits imprimés rigides multicouches avec connexions traversantes	54
7.5 Contacts de commutation	56
7.5.1 Généralités	56
7.5.2 Niveau de protection "ma"	56
7.5.3 Niveau de protection "mb"	56
7.5.4 Niveau de protection "mc"	56
7.6 Connexions externes	56
7.6.1 Généralités	56
7.6.2 Exigences supplémentaires pour le matériel "ma"	56
7.7 Protection des parties actives nues	56

7.8	Piles et accumulateurs	57
7.8.1	Généralités	57
7.8.2	Prévention des dégagements gazeux	57
7.8.3	Protection contre les températures excessives et contre la détérioration des piles et accumulateurs	57
7.8.4	Courant inverse	57
7.8.5	Limitation de courant	58
7.8.6	Protection contre l'inversion de polarité et les décharges sévères des piles et accumulateurs	58
7.8.7	Charge des piles et accumulateurs	59
7.8.8	Exigences pour les dispositifs de contrôle de sécurité des piles ou accumulateurs	59
7.9	Dispositifs de protection	59
7.9.1	Généralités	59
7.9.2	Dispositifs de protection électrique	60
7.9.3	Dispositifs de protection thermique	60
7.9.4	Dispositifs de protection incorporés	61
8	Essais de type	61
8.1	Essais sur le composé	61
8.1.1	Essai d'absorption d'eau	61
8.1.2	Essai de rigidité diélectrique	62
8.2	Essais du matériel	62
8.2.1	Séquence d'essai	62
8.2.2	Température maximale	62
8.2.3	Essai d'endurance thermique	62
8.2.4	Essai de rigidité diélectrique	63
8.2.5	Essai de traction de câble	64
8.2.6	Essai de pression pour le matériel électrique du Groupe I et du Groupe II	64
8.2.7	Essais des dispositifs de protection thermique réarmables	65
8.2.8	Essai d'étanchéité pour les dispositifs de protection incorporés	65
9	Vérifications et essais individuels de série	66
9.1	Inspections visuelles	66
9.2	Essai de rigidité diélectrique	66
10	Marquage	66
Annexe A (informative)	Exigences de base pour les composés pour matériel "m"	68
Annexe B (informative)	Allocation des échantillons d'essai	70
Annexe C (normative)	Essai de rigidité diélectrique entre les circuits et l'environnement	71
C.1	Généralités	71
C.2	Procédure d'essai par lots	71
Bibliographie		72
Figure 1	– Règles dimensionnelles pour les épaisseurs dans le composé	53
Figure 2	– Distances minimales pour les cartes de circuits imprimés multicouches	55
Figure 3	– Mise en place de diodes de blocage	58
Figure A.1	– Exigences de base pour les composés pour matériel "m"	69

Tableau 1 – Distances dans le composé	50
Tableau 2 – Épaisseur minimale du composé adjacent à un espace libre pour le matériel "m" du Groupe III	51
Tableau 3 – Épaisseur minimale du composé adjacent à un espace libre pour le matériel "m" du Groupe I et du Groupe II	52
Tableau 4 – Épaisseur du composé	54
Tableau 5 – Distances minimales pour cartes de circuits imprimés multicouches	55
Tableau 6 – Essai de pression	65
Tableau B.1 – Allocation des échantillons d'essai	70

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-18:2014+AMD1:2017 CSV

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 18: Protection du matériel par encapsulage "m"

AVANT-PROPOS

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

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son(ses) amendement(s) a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

IEC 60079-18 édition 4.1 contient la quatrième édition (2014-12) [documents 31/1152/FDIS et 31/1168/RVD] et son amendement 1 (2017-08) [documents 31/1323/FDIS et 31/1336/RVD].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60079-18 a été établie par le comité d'études 31 de l'IEC: Matériel pour atmosphères explosives.

Cette quatrième édition constitue une révision technique.

Cette Norme Internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60079-0, *Atmosphères explosives – Partie 0: Matériel – Exigences générales*.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

Explication de l'importance des modifications	Article	Type		
		Modifications mineures et rédactionnelles	Extension	Modifications techniques majeures
Définitions supprimées et déplacées vers l'IEC 60079-0	3	X		
Titre modifié/ajouté pour clarifier les exigences qui sont supplémentaires pour "ma" niveau de protection uniquement	4	X		
Ajout de la conductivité thermique	5.2		X	
Ajout d'une note spécifiant que la vérification de la conformité du composé à la spécification du constructeur n'est pas une exigence de la présente Norme	5.3.2	X		
Ajout d'une clarification	6.2.2	X		
Ajout d'une clarification	7.1	X		
Ajout d'options et d'une clarification pour la détermination des défauts	7.2		X	
Ajout d'informations supplémentaires à la Figure 1	7.4.1	X		
La phrase "Les vernis et revêtements similaires ne sont pas considérés comme des isolations solides." a été ajoutée à cette partie et supprimée de la définition 3.8	7.4.2	X		
Ajout de normes supplémentaires pour les cartes de circuits imprimés rigides multicouches avec connexions traversantes	7.4.3.1		X	
Protection contre les températures excessives et contre la détérioration des piles et accumulateurs	7.8.3			C1
Ajout de possibilités supplémentaires et clarifiées pour les dispositifs de protection électrique	7.9.2		X	
Ajout de possibilités supplémentaires et clarifiées pour les dispositifs de protection thermique	7.9.3		X	
Suppression de la limitation à 2/3 de la tension	7.9.3		X	
Détermination de la température maximale pour "Da"	8.2.2			C2
Stabilisation de la température	8.2.2			C3
Endurance thermique à la chaleur	8.2.3.1		X	
Détermination de la température comme température de service de référence et indication d'autres possibilités d'essais	8.2.3.1.1		X	
Ajout d'autres possibilités pour la procédure d'essai de rigidité diélectrique	8.2.4.1		X	
Ajout d'autres méthodes d'essai pour l'essai de pression exigé du matériel électrique des groupes I et II	8.2.6		X	
Essai d'étanchéité pour les dispositifs de protection incorporés	8.2.8		X	
Ajout d'autres possibilités pour la procédure d'essai de rigidité diélectrique	9.2		X	
Marquage	10		X	

Explication des types de modifications majeures:

A) Définitions

1. Modifications mineures et rédactionnelles:

- Clarification
- Diminution des exigences techniques
- Modification technique mineure
- Corrections rédactionnelles

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

2. Extension:

- Ajout d'options techniques

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

3. Modifications techniques majeures:

- ajout d'exigences techniques
- augmentation des exigences techniques

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

Note Ces modifications reflètent les connaissances technologiques actuelles. Cependant, il convient que ces modifications n'aient pas d'influence sur le matériel déjà sur le marché.

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

C1 Article 7.8.3 Modification des exigences et ajout d'exigences supplémentaires pour les piles et accumulateurs

C2 La flexibilité indiquée dans l'IEC 60079-0 est remplacée par une exigence min. Pour le niveau de protection du matériel "ma", conçu pour l'EPL (equipment protection level – niveau de protection du matériel) "Da", la température maximale de surface doit être déterminée avec le matériel monté conformément aux instructions du constructeur et entouré sur toute la surface disponible par une couche de poussière d'une épaisseur d'au moins 200 mm

C3 L'échauffement qui se produit au cours de l'essai peut être un processus très lent. Il doit être considéré que la température finale a été atteinte quand la vitesse d'échauffement ne dépasse pas 1 K/24 h.

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

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de juillet 2018 a été pris en considération dans cet exemplaire.

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 18: Protection du matériel par encapsulage "m"

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60079 définit les exigences spécifiques à la construction, aux essais et au marquage des matériels électriques, des parties de matériels électriques et des composants Ex protégés par encapsulage de type "m" et destinés à une utilisation dans les atmosphères explosives gazeuses ou les atmosphères explosives poussiéreuses.

La présente partie ne s'applique qu'aux matériels électriques protégés par encapsulage, aux parties de matériel électrique protégées par encapsulage et aux composants Ex protégés par encapsulage (ci-après toujours dénommés matériel "m") pour lesquels la tension assignée n'excède pas 11 kV.

L'utilisation du matériel électrique en atmosphère pouvant contenir simultanément du gaz explosif et des poussières combustibles peut nécessiter des mesures de protection supplémentaires.

La présente Norme ne s'applique pas aux poussières d'explosifs qui n'exigent pas d'oxygène de l'air pour leur combustion ni aux substances pyrophoriques.

La présente Norme ne tient pas compte des risques, quels qu'ils soient, résultant d'une émission de gaz inflammable ou toxique provenant de la poussière.

La présente Norme complète et modifie les exigences générales de l'IEC 60079-0. Si une exigence de la présente Norme est en conflit avec une exigence de l'IEC 60079-0, l'exigence de la présente Norme a préséance.

2 Références normatives

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

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

IEC 60079-7, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection de l'équipement par sécurité augmentée "e"*

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

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

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

IEC 60079-31, *Atmosphères explosives – Partie 31: Protection contre l'inflammation de poussières par enveloppe "t" relative au matériel*

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

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

IEC 60691, *Protecteurs thermiques – Prescriptions et guide d'application*

IEC 60730-2-9, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 2-9: Règles particulières pour les dispositifs de commande thermosensibles*

IEC 60738-1, *Thermistances – Coefficient de température positif à chauffage direct – Partie 1: Spécification générique*

IEC 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61558-1, *Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues – Partie 1: Exigences générales et essais*

IEC 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité*

IEC 62326-4-1, *Cartes imprimées – Partie 4: Cartes imprimées multicouches rigides avec connexions intercouches – Spécification intermédiaire – Section 1: Spécification particulière d'agrément: Niveaux de performances A, B et C*

ANSI/UL 248 (toutes parties), *Standard for low-voltage fuses*

ANSI/UL 746B, *Standard for polymeric materials – Long-term property evaluations*

ANSI/UL 796, *Printed-Wiring Boards*

IPC-A-600, *Acceptability of Printed Boards*

IPC-6012, *Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60079-0 et les définitions suivantes s'appliquent.

NOTE Des définitions supplémentaires applicables aux atmosphères explosives sont données dans l'IEC 60050-426.

3.1

encapsulage "m"

mode de protection dans lequel les parties de matériel qui sont capables d'enflammer une atmosphère explosive par étincelle ou échauffement sont complètement enfermées dans un composé ou dans une autre enveloppe non métallique autorisée avec adhérence, de telle sorte que l'inflammation d'une couche de poussière ou d'une atmosphère explosive dans des conditions de fonctionnement ou d'installation ne peut se produire