

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**High-temperature secondary batteries –
Part 2: Safety requirements and tests**

**Batteries d'accumulateurs à haute température –
Partie 2: Exigences de sécurité et essais**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-2:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 since 2002. 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 depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**High-temperature secondary batteries –
Part 2: Safety requirements and tests**

**Batteries d'accumulateurs à haute température –
Partie 2: Exigences de sécurité et essais**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.20

ISBN 978-2-8322-7923-6

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	6
3.1 Battery safety.....	7
3.2 Symbols and abbreviated terms	9
4 Environmental (service) conditions	9
4.1 General.....	9
4.2 Normal service conditions for stationary installations	9
4.3 Special service conditions for stationary installations	9
4.4 Normal service conditions for mobile installations (except propulsion).....	9
4.5 Special service conditions for mobile installations (except propulsion)	9
5 Safety requirements	10
5.1 Functional safety requirements	10
5.1.1 Safety of battery management system	10
5.1.2 Battery protective management	10
5.1.3 Thermal management	10
5.2 Mechanical requirements	10
5.2.1 General	10
5.2.2 Battery enclosure.....	10
5.3 Protection against electrical shock.....	10
5.3.1 General	10
5.3.2 Normal conditions.....	11
5.3.3 Single-fault conditions	11
5.3.4 Insulation voltage	12
5.3.5 Separation.....	15
5.3.6 Spacing	15
5.3.7 Earthing.....	16
5.4 Resistance to abnormal conditions.....	18
5.4.1 Resistance to overcharge	18
5.4.2 Resistance to short circuit	18
5.4.3 Resistance to external fire	19
5.4.4 Resistance to internal overheating.....	19
5.4.5 Flooding	19
5.4.6 Drop	19
6 Safety tests	20
6.1 General.....	20
6.1.1 Classification of tests.....	20
6.1.2 Test object selection.....	20
6.1.3 DUT initial conditions before tests	20
6.1.4 Measuring equipment	20
6.2 List of tests	21
6.3 Type tests.....	21
6.3.1 Overcharge test.....	21
6.3.2 Short circuit test	22
6.3.3 External fire exposure test.....	22

6.3.4	Cell failure propagation test	24
6.3.5	Overheating test	25
6.3.6	Drop test	27
6.4	Routine tests	28
6.4.1	Withstand voltage test	28
6.4.2	Insulation resistance measurement	29
6.5	Special tests	30
6.5.1	Immersion test	30
7	Markings	30
7.1	General	30
7.2	Data plate marking	32
8	Rules for transportation, installation and maintenance	32
8.1	Transportation	32
8.2	Installation	32
8.3	Maintenance	32
9	Documentation	32
9.1	Instruction manual	32
9.2	Test report	32
Annex A (informative) Standard template for report of test results and description of the DUT – Report of type test		33
Bibliography		36
Figure 1 – Examples of binding screw assemblies		18
Figure 2 – Fire exposure test: pre-heating		23
Figure 3 – Fire exposure test: direct exposure		24
Figure 4 – Fire exposure: end		24
Figure 5 – Plan view of specimen cross section for cell failure propagation test		25
Figure 6 – Temperature management subsystem		26
Figure 7 – Application of test voltage		29
Figure 8 – Insulation resistance measurement		29
Figure 9 – Examples of safety labels for sodium-nickel-chloride / sodium-sulfur batteries		31
Table 1 – List of symbols and abbreviated terms		9
Table 2 – Withstand voltages		13
Table 3 – Actual test voltage for impulse test with corresponding altitudes		14
Table 4 – Guide to overvoltage category assignment		15
Table 5 – Multiplication factors for clearances of equipment rated for operation at altitudes up to 5 000 m		16
Table 6 – Type tests		21
Table 7 – Routine tests		21
Table 8 – Special tests		21
Table 9 – Drop test severity classes		27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-TEMPERATURE SECONDARY BATTERIES –**Part 2: Safety requirements and tests****FOREWORD**

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

International Standard IEC 62984-2 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
21/1032/FDIS	21/1042/RVD

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

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

This document is to be read in conjunction with IEC 62984-1:2020.

A list of all parts in the IEC 62984 series, published under the general title *High-temperature secondary batteries*, can be found on the IEC website.

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

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

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-2:2020

HIGH-TEMPERATURE SECONDARY BATTERIES –

Part 2: Safety requirements and tests

1 Scope

This part of IEC 62984 specifies safety requirements and test procedures for high-temperature batteries for mobile and/or stationary use and whose rated voltage does not exceed 1 500 V.

This document does not cover aircraft batteries, which are covered by IEC 60952 (all parts), and batteries for the propulsion of electric road vehicles, covered by IEC 61982 (all parts).

NOTE High-temperature batteries are electrochemical systems whose cells' internal minimum operating temperature is above 100 °C.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-18:2017, *Environmental testing – Part 2-18: Tests – Test R and guidance: Water*

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

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

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

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 62984-1:2020, *High-temperature secondary batteries – Part 1: General requirements*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62984-1 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>

- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 Battery safety

3.1.1

rated insulation voltage

rated value of the RMS withstand voltage assigned by the manufacturer to the equipment or to a part of it, characterizing the specified (long-term) withstand capability of its insulation

Note 1 to entry: The rated insulation voltage is not necessarily equal to the rated voltage of equipment which is primarily related to functional performance.

[SOURCE: IEC 60050-312:2014, 312-06-02]

3.1.2

functional insulation

insulation between conductive parts, necessary for the proper functioning of the equipment

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-41]

3.1.3

supplementary insulation

independent insulation applied in addition to basic insulation in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-07, modified – "for fault protection" has been replaced by "in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation".]

3.1.4

reinforced insulation

insulation of hazardous-live-parts which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-09, modified – The note has been omitted.]

3.1.5

double insulation

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

Note 1 to entry: Basic and supplementary insulation are separate, each designed for basic protection against electric shock.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-08, modified – The note to entry has been added.]

3.1.6

extra-low voltage

ELV

voltage not exceeding the maximum value of the prospective touch voltage which is permitted to be maintained indefinitely under specified conditions of external influences

[SOURCE: IEC 61140:2016, 3.26]

3.1.7

SELV system

electric system in which the voltage cannot exceed the value of extra-low voltage:

- under normal conditions and

- under single fault conditions, including earth faults in other electric circuits

Note 1 to entry: SELV is the abbreviation for safety extra low voltage.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-31]

3.1.8

PELV system

electric system in which the voltage cannot exceed the value of extra-low voltage:

- under normal conditions and
- under single fault conditions, except earth faults in other electric circuits

Note 1 to entry: PELV is the abbreviation for protective extra low voltage.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-32]

3.1.9

protective-equipotential-bonding

PEB

equipotential bonding for the purposes of safety

EXAMPLE Protection against electric shock is an example of a safety purpose.

Note 1 to entry: Functional-equipotential-bonding is defined in IEC 195-01-16.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-15, modified – Added abbreviated term, example and notes.]

3.1.10

class I equipment

equipment with basic insulation as provision for basic protection against electric shock and protective bonding as provision for fault protection, such that conductive parts on the outside of the equipment case cannot become live in the event of a failure of the basic insulation

Note 1 to entry: Content based on IEC 60050-851:2008, 851-15-10.

3.1.11

class II equipment

equipment with basic insulation as provision for basic protection against electric shock, and supplementary insulation as provision for fault protection, or in which basic protection and fault protection are provided by reinforced insulation

Note 1 to entry: There should be no provision for a protective conductor or reliance upon installation conditions for safety purposes. It is, however, possible to connect an earth conductor to Class II equipment for functional (for example, EMC) purposes.

Note 2 to entry: Content based on IEC 60050-851:2008, 851-15-11.

3.1.12

class III equipment

equipment, or parts of equipment, in which protection against electric shock relies upon supply from SELV or PELV systems and in which hazardous voltages (see hazardous-live-part) are not generated

3.1.13

overvoltage category

number defining a transient overvoltage condition

Note 1 to entry: Overvoltage categories I, II, III are used.

Note 2 to entry: See 5.3.4 for overvoltage category details.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-21-02, modified – Added notes to entry.]

3.1.14

hazardous-live-part

live part which, under certain conditions, can give a harmful electric shock

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-05]

3.2 Symbols and abbreviated terms

The list of symbols and abbreviated terms is given in Table 1.

Table 1 – List of symbols and abbreviated terms

Symbol / Abbreviated term	Full term	Reference
CTI	Comparative tracking index	
ELV	Extra low voltage	See 3.1.6
PEB	Protective-equipotential-bonding	See 3.1.9
PELV	Protective extra low voltage	See 3.1.8
SELV	Safety extra low voltage	See 3.1.7

4 Environmental (service) conditions

4.1 General

Refer to IEC 62984-1:2020, 4.1.

4.2 Normal service conditions for stationary installations

Refer to IEC 62984-1:2020, 4.2.

4.3 Special service conditions for stationary installations

Refer to IEC 62984-1:2020, 4.3.

4.4 Normal service conditions for mobile installations (except propulsion)

Refer to IEC 62984-1:2020, 4.4.

4.5 Special service conditions for mobile installations (except propulsion)

Refer to IEC 62984-1:2020, 4.5.

5 Safety requirements

5.1 Functional safety requirements

5.1.1 Safety of battery management system

Electronic devices and software relied upon for safety shall be compliant with IEC 61508 (all parts).

5.1.2 Battery protective management

If relied upon for maintaining the cells within their specified operating range, the battery management system (BMS) shall maintain cells within the specified voltage, temperature and current during standby, charging and discharging of the battery.

5.1.3 Thermal management

A battery system shall be provided with a thermal management control to ensure safe operation of the battery, including its internal heaters and to prevent the battery from being overheated or otherwise used outside of its specified operating temperature range. The battery management system shall prevent the battery from entering a hazardous state as a result of failure of the thermal management control.

Heaters used to maintain the cells at specified operating temperatures shall be dimensioned for the current and voltage involved and designed to prevent breakages and short circuits from occurring as a result of handling, installation and operation of the battery.

NOTE Good thermal management provides a good level of efficiency.

5.2 Mechanical requirements

5.2.1 General

Subclause 5.2.1 of IEC 62984-1:2020 is applicable with the following additional text:

The enclosure and mechanical support structure(s) for the battery arrangement shall have the strength and rigidity required to resist the possible physical abuses that it will be exposed to during its transport, installation and intended use, in order to reduce hazards.

The battery shall be capable of withstanding, with no harm to users, the vibrations and shocks likely to occur during its transportation, storage, installation and operation according to the intended application (stationary or mobile).

The requirements of 5.2.1 apply not only to modules, but also to the complete battery installation, including module interconnections and supporting structure.

NOTE These requirements do not cover specific applications outside the scope of this document.

5.2.2 Battery enclosure

Subclause 5.2.2 of IEC 62984-1:2020 is applicable with the following additional text:

Unless installed in a protective location that prevents access to hazardous parts of the system, the battery shall have a minimum IP rating of IP22 according to IEC 60529.

5.3 Protection against electrical shock

5.3.1 General

The battery shall not jeopardize the safety of people and property.

Users shall be protected against electric shock hazards by the employment of suitable construction and engineering practices.

The testing of components and equipment with regard to protection against electric shock shall be conducted as type tests and routine tests as defined in Clause 6.

Applicable fundamental rules for protection against electrical shock are given in IEC 61140:2016, Clause 4, with application either under normal conditions, or under single fault conditions.

The applicable principles covering these different conditions are given in IEC 61140:2016, 4.1, 4.2 and 4.3.

Provisions and measures for protection against electrical shock are described in IEC 61140:2016, Clause 5 and Clause 6, which are applicable as far as relevant.

5.3.2 Normal conditions

To meet the fundamental rules for protection against electric shock under normal conditions, basic protection is necessary. Basic protection shall consist of one or more provisions that under normal conditions prevent contact with hazardous-live-parts.

NOTE Paints, varnishes, lacquers and similar products alone are generally not considered to provide adequate insulation for protection against electric shock in normal service.

Basic protection provisions that may be used for basic protection are:

- basic insulation,
- barriers or enclosures,
- obstacles,
- placing out of arm's reach,
- limitation of voltage,
- limitation of steady state touch current and charge,
- other provisions (complying with the fundamental rules for protection against electric shock).

These provisions are described in IEC 61140:2016, 5.2.

Protection against electric shock for class I, II or III equipment is applicable to those parts accessible under normal conditions. ELV, PEB, PELV and SELV systems provide protection from electric shock by hazardous-live-parts, and are not necessarily related to a class I, II or III equipment class.

Any conductive part that is not separated from the hazardous-live-parts by at least basic insulation shall be considered to be a live part.

An accessible metallic part is considered to be conductive if its surface is bare or is covered by an insulating layer which does not comply with the requirements of basic insulation.

5.3.3 Single-fault conditions

5.3.3.1 General

To meet the fundamental rules for protection against electric shock under single-fault conditions, what is referred to in this document as fault protection is necessary. This protection can be achieved by

- a further protective provision, independent of that for basic protection, or

- an enhanced protective provision, which provides both basic and fault protection taking account of all relevant influences. Unearthed accessible conductive parts which may become hazardous-live-parts under a single-fault condition shall be separated from hazardous-live-parts by double or reinforced insulation or be connected to the protective conductor.

As a consequence, unearthed accessible conductive parts which may become hazardous-live-parts under single-fault conditions, shall be separated from hazardous-live-parts by double or reinforced insulation or be connected to the protective conductor.

5.3.3.2 Fault protection

Fault protection shall consist of one or more provision(s) independent of and in addition to those for basic protection.

The scope of this independent and additional provision is that a single-fault condition applied to the equipment shall not cause an electric shock hazard.

Provisions that may be used for fault protection are:

- supplementary insulation,
- protective-equipotential-bonding,
- protective screening,
- automatic disconnection of the supply,
- separation (between circuits),
- a non-conducting environment,
- other provisions (complying with the fundamental rules for protection against electric shock).

These provisions are described in IEC 61140:2016, 5.3.

5.3.3.3 Enhanced protective provisions

An enhanced protective provision shall provide both basic and fault protection.

Arrangements shall be made so that the protection provided by an enhanced protective provision is unlikely to become degraded and so that a single fault is unlikely to occur.

Provisions that may be used for enhanced protection are:

- reinforced insulation,
- protective separation between circuits,
- limited current source,
- protective impedance devices,
- other provisions.

These provisions are described in IEC 61140:2016, 5.4.

5.3.4 Insulation voltage

High-temperature batteries are not simple components, but are typically an assembly of subsystems, due to the need for a BMS controller and thermal management subsystem. Therefore, the choice of the insulation voltage needs to take into account the connections of each subsystem of the battery with the external environment and its insulation coordination needs.

Each independent circuit of the battery shall be tested according to its rated insulation voltage and relevant overvoltage category.

NOTE For example, in the case of sodium-based batteries, independent circuits that are typically present are the following:

- main battery terminals,
- heater/cooler supply,
- BMS supply,
- digital communication ports,
- digital and/or analog I/O.

Not all of these circuits are necessarily present and externally accessible on each battery design.

The required withstand voltages are given in Table 2.

Table 2 – Withstand voltages

Voltage in volts

Rated insulation voltage up to	Withstand voltage			
	AC RMS 1 min	Impulse 1,2/50 μ s		
		Overvoltage category I	Overvoltage category II	Overvoltage category III
60	1 000	---	---	---
100	1 200	---	---	---
150	1 350	---	---	2 500
300	1 500	1 500	2 500	4 000
600	1 800	2 500	4 000	6 000
800	2 000	3 300	5 000	7 000
1 000	2 200	4 000	6 000	8 000
1 500	2 700	6 000	8 000	10 000
The voltage AC RMS value is to be applied for 1 min.				

The actual test voltage for the impulse test is calculated from the rated impulse withstand voltage, taking into account the altitude correction factor, according to Table 3.

Table 3 – Actual test voltage for impulse test with corresponding altitudes

Voltage in kilovolts

Rated impulse withstand voltage U_{imp}	Test voltages and corresponding altitudes				
	$U_{1,2/50}$				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,35	0,35	0,35	0,34	0,33
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,5
0,8	0,93	0,92	0,9	0,85	0,8
1,5	1,75	1,72	1,68	1,6	1,5
2,5	2,92	2,88	2,8	2,7	2,5
4,0	4,92	4,8	4,7	4,4	4,0
6,0	7,38	7,2	7,0	6,7	6,0
8,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8,0
12	14,8	14,5	14	13,3	12
For additional information about the altitude correction factor, see IEC 60664-1:2007, 6.1.2.2.1.3.					

Each independent circuit of the battery shall be assigned a rated insulation voltage and a rated overvoltage category according to Table 2 and Table 4, respectively.

This rated overvoltage category shall take into account influencing factors including:

- length of connections with the external environment,
- direct connection with the grid or presence of a converter between the battery and the grid,
- presence of overvoltage suppressors,
- shielding,
- equipotential bonding impedance.

The applicable overvoltage category shall be determined on the basis of the following criteria.

CATEGORY I: This applies to equipment where special measures are taken to limit transient voltages to appropriate values, for example, well-protected electronic circuits.

To claim category I status, the special voltage measures should apply to both common and differentially connected circuits.

CATEGORY II: Where all of the following apply:

- a) the auxiliary circuits (power supply circuits) of the equipment are connected to a voltage supply used only for the power supply of static equipment;

NOTE This condition applies only if the leads are short, and in the absence of switching of other circuits connected to the AC or DC supply, the levels of transient voltage on the supply leads will be lower than those specified in overvoltage category III.

- b) the battery terminals are connected to a load by short lead lengths, with good screening and grounding.

CATEGORY III: This category applies to most practical cases of the application of equipment and shall, in particular, be used where:

- c) the auxiliary energizing circuits (power-supply circuits) of the equipment are connected to a common battery and/or, due to long lead lengths, common mode transient overvoltages of a relatively high value may appear on the supply leads, and differential mode voltages may arise from switching in other circuits connected to the same battery or supply source;
- d) the battery terminals are connected to a load by long leads with the result that common mode transient voltages of a relatively high value may appear.

Table 4 – Guide to overvoltage category assignment

Circuit	Cat. I	Cat. II	Cat. III
Main battery terminals	Battery with no connection to the external environment (e.g. embedded in UPS) or used in protected environments (e.g. onboard a vehicle)	Normal case	Very long wires (> 100 m) and very noisy environment (e.g. substation)
Heater/cooler supply		Normal case if supplied in DC by the main battery terminals Applicable also to AC supply properly isolated and filtered	Normal case if directly AC supplied by the grid
BMS supply		Normal case if supplied in DC by the main battery terminals	Normal case if directly AC supplied by the grid
Digital communication ports	Normal case	Very long lines (> 100 m)	
Digital and/or analog I/O	Normal case	Very long lines (> 100 m)	

The rated insulation voltage shall be determined as follows:

- 1) for insulation between live parts and exposed conductive parts not less than the nominal voltage of the circuit under consideration;
- 2) for insulation between the parts of one circuit, not less than the nominal voltage of the circuit under consideration;
- 3) for insulation between parts of two independent circuits, the rated insulation voltage should be at least equal to the higher nominal voltage of these circuits;
- 4) for gaps between open contacts, unless otherwise agreed between manufacturer and user, no rated insulation voltage is specified.

5.3.5 Separation

The positive terminal and negative terminal of the battery/module main circuit shall be properly separated to avoid inadvertent short circuit, and it shall be marked clearly that the terminal is positive or negative. Compliance with the separation criteria may be demonstrated by the use of a suitable connector. In this case it shall be mechanically impossible to mate the connector with the wrong polarity.

5.3.6 Spacing

5.3.6.1 General

Electrical circuits at opposite polarity shall be provided with reliable physical spacing (clearance and creepage suitable for the circuit) to prevent inadvertent short circuits (i.e. creepage distances on printed wiring boards, physical securing of un-insulated leads and parts, etc.). Insulation such as insulated wiring suitable for the anticipated temperatures and maximum voltages shall be used where clearance and creepage distances cannot be controlled by reliable physical separation.

5.3.6.2 Clearances

Required clearances depend on the rated insulation voltage and the overvoltage category as well as the rated altitude for operation. If the equipment is rated to operate at an altitude greater than 2 000 m, all clearances shall be multiplied by the applicable factor of Table 5.

Table 5 – Multiplication factors for clearances of equipment rated for operation at altitudes up to 5 000 m

Rated operating altitude m	Multiplication factor
Up to 2 000	1,00
2 001 to 3 000	1,14
3 001 to 4 000	1,29
4 001 to 5 000	1,48

For altitudes above 5 000 m refer to IEC 60664-1:2007, Table A.2.

5.3.6.3 Creepage distances

Required creepage distances depend on the rated insulation voltage and the overvoltage category as well as the comparative tracking index (CTI) of the insulating material.

Materials are separated into four groups according to their CTI values, as follows:

- Material group I, $600 \leq \text{CTI}$,
- Material group II, $400 \leq \text{CTI} < 600$,
- Material group IIIa, $175 \leq \text{CTI} < 400$,
- Material group IIIb, $100 \leq \text{CTI} < 175$.

These CTI values refer to values obtained on samples of the relevant material specifically made for testing purpose and tested in accordance with IEC 60112, solution A. For materials where the CTI value is not known, material group IIIb is assumed.

For glass, ceramics, or other inorganic insulating materials which do not track, there are no requirements for creepage distances.

5.3.7 Earthing

5.3.7.1 General

Earthing of the battery installation may be required not only to reduce the effects of interference, but also and more importantly, for reasons of personnel safety. Where there is any conflict between these two requirements, personnel safety shall always take precedence.

Accessible conductive parts shall be bonded to the protective conductor terminal if they could become hazardous-live-parts in case of a single fault of the primary means of protection. Alternatively, such accessible parts shall be separated from parts which are hazardous-live-parts by a conductive protective screen bonded to the protective conductor terminal.

5.3.7.2 Integrity of protective bonding

The integrity of protective bonding shall be ensured as specified below:

- a) protective bonding shall consist of directly connected structural parts or discrete conductors, or both. It shall withstand all thermal and dynamic stresses to which it could be subjected before one of the overcurrent protective means disconnects the equipment from the supply.
- b) soldered connections subject to mechanical stress shall be mechanically secured independently from the soldering. Such connections shall not be used for other purposes such as fixing constructional parts.
- c) screw connections shall be secured against loosening.
- d) if a part of the equipment is removable by an operator, the protective bonding for the remainder of the equipment shall not be interrupted (except for a part that also carries the mains input connection to the whole equipment).
- e) unless they are specifically designed for electrical interconnection, movable conductive connections, for example, hinges, slides, etc., shall not be the sole protective bonding path.
- f) the exterior metal braid of cables shall not be regarded as protective bonding, even if connected to the protective conductor terminal.
- g) if power from the mains supply is passed through equipment for use by other equipment, means shall also be provided for passing the protective conductor through the equipment to protect the other equipment. The impedance of the protective conductor path through the equipment shall not exceed 0,1 Ω .
- h) protective conductors may be bare or insulated. Insulation shall be green-and-yellow, except in the following cases:
 - for earthing braids, either green-and-yellow or colourless-transparent;
 - for internal protective conductors, and other conductors connected to the protective conductor terminal in assemblies such as ribbon cables, busbars, flexible printed wiring, etc., any colour may be used provided that no hazard is likely to arise from non-identification of the protective conductor.

Equipment using protective bonding shall be provided with a terminal that is suitable for connection to a protective conductor and meets the requirements of 5.3.7.3.

Conformity is checked by inspection.

5.3.7.3 Protective conductor terminal

Protective conductor terminals shall meet the following requirements:

- a) the contact surfaces shall be metal. Materials of protective bonding systems should be chosen to minimize electro-chemical corrosion between the terminal and the protective conductor, or any other metal in contact with them.
- b) for equipment provided with a rewirable flexible cord and for permanently connected equipment, the protective conductor terminal shall be located near the mains supply terminals.
- c) if the equipment does not require connection to a mains supply, but nevertheless has a circuit or part which is required to be protectively earthed, the protective conductor terminal shall be located near the terminals of that circuit for which protective earthing is necessary. If this circuit has external terminals, the protective conductor terminal shall also be external.
- d) protective conductor terminals for mains circuits shall be at least equivalent in current-carrying capacity to the mains supply terminals.
- e) plug-in type protective conductor terminals combined with other terminals and intended to be connected and disconnected without the use of a tool, shall be designed so that the protective conductor connection makes first and breaks last with respect to the other connections. Examples include plugs and appliance couplers for mains cords and connector assemblies of plug-in units.

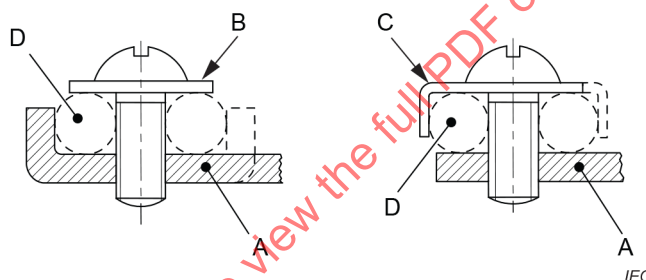
- f) if the protective conductor terminal is also used for other bonding purposes, the protective conductor shall be applied first and secured independently of other connections.

The protective conductor shall be connected in such a way that it is unlikely to be removed during servicing that does not require disconnection of the protective conductor.

- g) for equipment in which the protective conductor is required for protection against a single fault in a measuring circuit, the following shall apply:
- 1) the protective conductor terminal and protective conductor shall have at least the current rating of the measuring terminals;
 - 2) the protective bonding shall not be interrupted by any switching or interrupting device.
- h) functional earth terminals (for example, measuring earth terminals) shall allow a connection which is independent from the connection of the protective conductor.

NOTE Equipment can be equipped with functional earth terminals, irrespective of the protective means taken.

- i) if the protective conductor terminal is a binding screw assembly (see Figure 1), it shall be of a suitable size for the bond wire, but with a thread size no smaller than 4,0 mm, with at least three turns of the screw engaged.
- j) the contact pressure required for a bonding connection shall not be capable of being reduced by deformation of materials forming part of the connection.



Key

- A fixed part
B washer or clamping plate
C anti-spread device
D conductor space

Figure 1 – Examples of binding screw assemblies

Conformity is checked by inspection.

5.4 Resistance to abnormal conditions

5.4.1 Resistance to overcharge

Batteries and modules are required to withstand the abnormal condition of overcharging due to a single fault condition of the charging system, without creating hazardous situations.

The corresponding test is described in 6.3.1.

5.4.2 Resistance to short circuit

Batteries and modules are required to withstand the abnormal condition of short circuit at the battery terminals due to a single fault condition of the external circuits, without creating hazardous situations.

The corresponding test is described in 6.3.2.

5.4.3 Resistance to external fire

The battery/module shall withstand a possible external fire without contributing to the fire load and without increasing the risk of injury to persons. Compliance is determined by the test procedure given in 6.3.3.

Battery operating instructions shall include instructions for any special fire fighter response and mitigation techniques and safety response unique to sodium batteries when handling a potential fire from a battery system.

NOTE Water or dry sand are useful extinguishers.

5.4.4 Resistance to internal overheating

The battery/module shall be designed to withstand internal overheating caused by the following:

- Solid electrolyte breakdown within a cell:

When the solid electrolyte in a cell cracks, a direct reaction between positive material and negative material occurs. As a consequence, the cell's stored energy is released and produces heat. The battery/module shall withstand this heat production without propagation of the failure to adjacent cells and ultimately without causing a module short circuit or other fault conditions.

Compliance with this requirement is demonstrated by the test described in 6.3.4.

- Continuous heating by BMS malfunction:

The failure of the thermal management subsystem of the BMS may cause the permanent turning on of the heaters, which will lead to the overheating inside the battery.

In this abnormal situation, the battery is required either to automatically shut down the heaters by a different safety thermal cutoff, or it shall be designed to withstand this abnormal situation without reaching temperatures at which it is inherently unsafe.

Compliance with this requirement is determined by the test described in 6.3.5.

- Short circuit:

The battery/module shall withstand the heat generated by the short circuit until the circuit is opened (see 5.4.2).

5.4.5 Flooding

If specified, the battery shall not create additional hazards as a consequence of immersion in sea water (for instance, due to flooding).

Compliance with this requirement is demonstrated by the test described in 6.5.1.

NOTE Unless expressly rated for performance underwater, the battery is not required to perform normally underwater, but is only required not to create an additional hazard. For this reason, the requirement and test specified in 5.4.5 differs from those described for the IP code (IEC 60529).

5.4.6 Drop

The battery or modules, during their lifecycle, may be subjected to mishandling and in extreme cases a module or battery may be accidentally dropped from some height and crash down to the floor. Should this accident occur, the battery or module is not generally supposed to survive; however, the battery or module shall not create additional hazards such as fire, spillage or harmful emissions, even if dropped when hot and charged.

The relevant test procedure is given in 6.3.6.

6 Safety tests

6.1 General

6.1.1 Classification of tests

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.1.

6.1.2 Test object selection

6.1.2.1 Device under test (DUT) for type tests

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.2.1.

6.1.2.2 DUT for routine tests

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.2.2.

6.1.2.3 DUT for special test

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.2.3.

6.1.2.4 DUT for site test

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.2.4.

6.1.3 DUT initial conditions before tests

6.1.3.1 Internal temperature

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.3.1.

6.1.3.2 Charge condition before tests

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.3.2.

6.1.4 Measuring equipment

6.1.4.1 Voltage measurements

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.4.1.

6.1.4.2 Current measurements

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.4.2.

6.1.4.3 Temperature measurements

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.4.3.

6.1.4.4 Humidity measurement

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.4.4.

6.1.4.5 Time measurements

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.4.5.

6.1.4.6 Power measurements

Refer to IEC 62984-1:2020, 6.1.4.6.

6.2 List of tests

Safety tests shown in Table 6 shall be conducted to ensure the safety of the design of the battery.

Each safety type test shall be carried out on different specimens unless a specimen is fully functional after a test, in which case it may be reused for another test.

This shall be proven by the repetition of routine tests (safety and performance).

Table 6 – Type tests

Test	Subclause
Overcharge	6.3.1
Short circuit	6.3.2
External fire exposure	6.3.3
Cell failure propagation	6.3.4
Overheating	6.3.5
Drop	6.3.6

Routine tests, to be conducted on each manufactured item, are listed in Table 7.

Table 7 – Routine tests

Test	Subclause
Dielectric withstand voltage	6.4.1
Insulation resistance	6.4.2

Special tests, to be conducted upon agreement between the manufacturer and the purchaser, are listed in Table 8.

Table 8 – Special tests

Test	Subclause
Immersion	6.5.1

6.3 Type tests

6.3.1 Overcharge test

The purpose of this test is to evaluate the ability of a battery to withstand an overcharge condition.

A fully discharged DUT (i.e. discharged to the manufacturer's specified end of discharge voltage) is to be subjected to an overcharge resulting from a single fault condition in the charging protection/control circuit of the system that could lead to an overcharge condition. The test supply equipment used for charging the DUT shall be sufficient to create an overcharge of the DUT to at least 110 % of the maximum specified charging voltage. The charging rate used shall be the manufacturer's specified maximum charging rate.

The test is to continue until ultimate results occur followed by an observation period of 3 h. Ultimate results are considered to have occurred when one of the following occurs:

- a) the sample charging is terminated by the protective circuitry whether that be due to voltage or temperature controls or if the DUT reaches 110 % of its maximum specified charging voltage limit;

or

- b) DUT failure occurs evidenced by bursting, fire or other identifiable non-compliant results as shown in the following list.

The test is passed when none of the following conditions occurs:

B – Bursting;

F – Fire;

S – Electric shock hazard (dielectric breakdown);

L – Leakage (external to enclosure of DUT);

R – Rupture of DUT enclosure exposing hazardous material;

P – Loss of protection controls;

E – Emission of flammable gas / toxic gas.

6.3.2 Short circuit test

The purpose of this test is to ensure safety in case the battery is short circuited.

A DUT which has been routine tested shall be used. The DUT shall be in standby condition and at an internal temperature close to the operating setpoint temperature for the cells, as specified by the manufacturer.

From 100 % SOC, the DUT is short circuited with a conductor of suitable current carrying capability and whose resistance is less than 5 mΩ, until the current decreases to less than 1 % of the DUT nominal discharge rates or until the short circuit protection operates.

The test is passed when none of the following conditions occur.

B – Bursting;

F – Fire;

S – Electric shock hazard (dielectric breakdown);

L – Leakage (external to enclosure of DUT);

R – Rupture of DUT enclosure exposing hazardous material;

P – Loss of protection controls;

E – Emission of flammable gas / toxic gas.

6.3.3 External fire exposure test

The purpose of this test is to ensure safety in the event that the module or battery is exposed to an external fire.

The DUT shall be at 100 % SOC for this test. Prior to exposure to the external fire, the samples of the DUT shall be heated so that the temperature of the cells is at set point operating temperature in standby condition.

The DUT is to be exposed to a heptane fire from a pan located below the DUT as shown in Figure 3 for at least 30 min. To ensure even heating of the DUT and protection of the fuel pan, the bottom of the pan is to include a layer of water on which the fuel will float. The quantity of fuel shall be sufficient to permit the flame, under free burning conditions, to burn for the whole test duration.

The DUT is to be fully supported and centered above the fire containment pan above the surface of the heptane, so that its bottom surface is located a maximum of 100 mm from the surface of the fuel. The DUT support structure is to be robust enough to withstand the weight of the DUT for the duration of the test without allowing the DUT to lean or topple.

The pan shall exceed the horizontal projection of the DUT by at least 20 cm and shall be of a height sufficient to contain the water and fuel. Either the fuel pan or the DUT and its support frame should be located on some type of track so that it can be removed from the fire after the 30 min exposure, as the fuel may be difficult to extinguish quickly.

If the test is carried out in the open air, sufficient wind protection shall be provided and the wind velocity at pan level shall not exceed 2,5 km/h. The test shall be conducted at an ambient temperature of at least 0 °C.

The test is composed of three phases, from A to C:

- Phase A: Pre-heating (Figure 2):

The fuel in the pan shall be ignited at a distance of at least 3 m from the tested device. After 60 s pre-heating, the pan shall be placed under the tested device. If the size of the pan is too large to be moved without risking liquid spills, etc. the tested device and test rig can be moved over the pan instead. In case both the size of the pan is too large and the DUT is too heavy and/or bulky to be safely moved, it is allowed to conduct the whole test directly according to the arrangement of Figure 3 for the total duration of pre-heating and direct exposure.

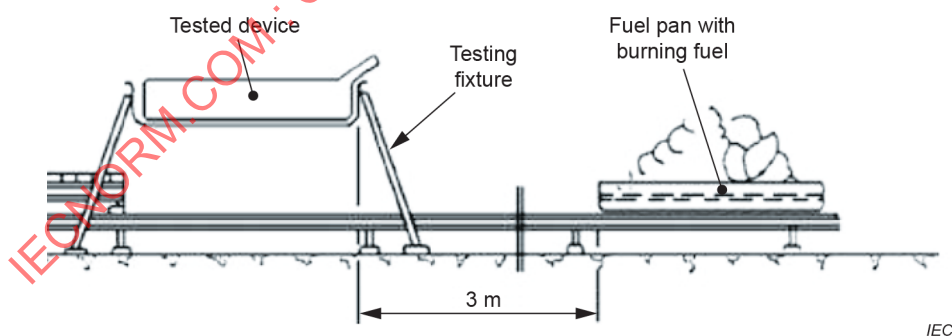


Figure 2 – Fire exposure test: pre-heating

- Phase B: Direct exposure to flame (Figure 3):

The tested device shall be exposed to the flame from the freely burning fuel for 30 min.

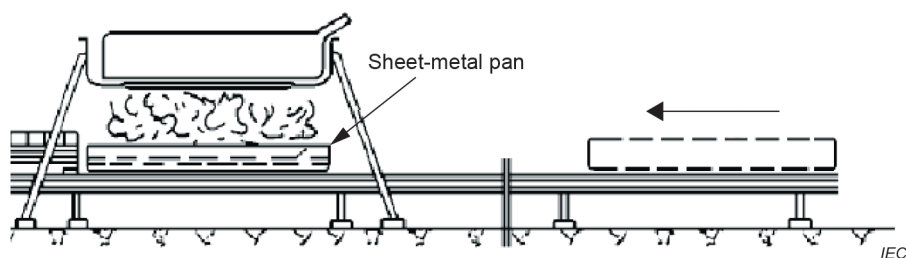


Figure 3 – Fire exposure test: direct exposure

- Phase C: End of test (Figure 4):

The burning pan shall be moved back to the position described in phase A. No extinguishing of the tested device shall take place. After removal of the pan, the tested device shall be observed until such time as the surface temperature of the tested device has decreased to ambient temperature or has been decreasing for a minimum of 3 h.

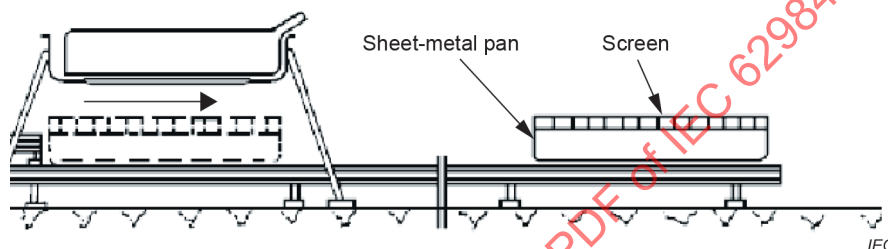


Figure 4 – Fire exposure: end

After the exposure, the DUT is allowed to cool and is then examined for signs of bursting, fire (from the DUT), and leakage of internal contents from the DUT enclosure.

- Assessment criteria:

The test is passed when none of the following conditions occur during phase B of the test:

B – Bursting;

And none of the following conditions occur during phase C of the test:

B – Bursting;

F – Fire;

L – Leakage (external to enclosure of DUT);

R – Rupture of DUT enclosure exposing hazardous material;

E – Emission of flammable gas / toxic gas.

6.3.4 Cell failure propagation test

The purpose of this test is to ensure that a single cell breakdown in the DUT will ultimately result in a non-hazardous state without additional reactions or expansion beyond the DUT enclosure.

One cell inside the DUT shall be forcedly faulted and result in direct reaction of positive and negative material.

EXAMPLE: In the case of a sodium sulfur or sodium nickel chloride battery, the condition is reached by overcharge with a suitable special added circuit as that shown in Figure 5, which is supplied by manufacturer. Targeted failure is the cell's beta-alumina solid electrolyte breaking which results in a direct reaction between positive and negative electrode material.

Before initiating the single cell failure, the temperature of the DUT shall be within the operational range, specified by the manufacturer. The SOC of the DUT shall be 100 %. If the battery is a sodium-sulfur or sodium-nickel-chloride battery, the cell shall be overcharged with the nominal

charge rates until the voltage drops to zero, which means that the beta-alumina electrolyte is broken. The cell object of the test shall be surrounded by 2 cells in each direction. The location of the failed cell is to be documented. The temperature of the faulted cell shall be monitored on the external surface at 3 different heights: 10 %, 50 % and 90 % of the total cell height from the top. The DUT internal temperatures are to be monitored for information purposes.

The test is ended when the temperature inside the DUT returns to the operating setpoint temperature and remains stable for 3 h.

The test is passed when none of the following conditions occurs:

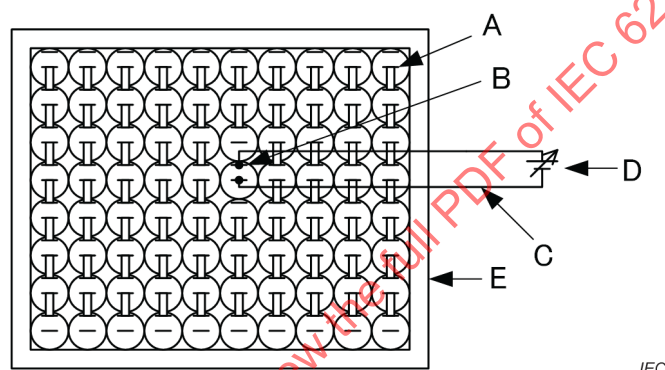
B – Bursting;

F – Fire external to DUT;

S – Electric shock hazard (dielectric breakdown);

L – Leakage (external to enclosure of DUT);

R – Rupture of DUT enclosure exposing hazardous material.



Key

A cell

B cell to be overcharged

C external wire

D DC power source

E thermal enclosure

Figure 5 – Plan view of specimen cross section for cell failure propagation test

6.3.5 Overheating test

This test is intended to check that the battery can withstand internal overheating due to the first failure of the primary thermal management subsystem of the BMS.

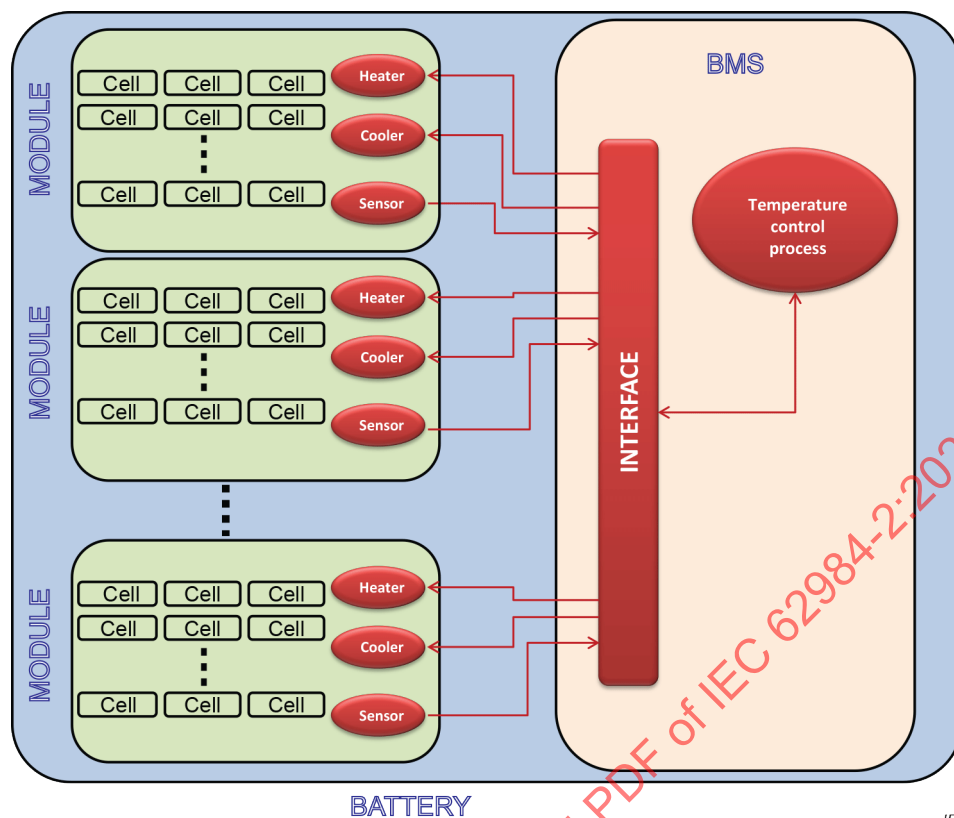


Figure 6 – Temperature management subsystem

A typical temperature management subsystem is shown in Figure 6.

In the event of failure of the temperature management subsystem, in principle there is a possibility that the heaters will be permanently turned on, causing overheating.

The battery may cope with the probability of failure of the temperature management in two ways:

- provision of a safety thermal cutoff, independent and separate from the primary thermal management subsystem, so that it cannot fail due to a common mode failure of the BMS;
- design of the cells and their thermal insulation in such a way that they can withstand overheating without reaching dangerous over temperatures.

The present test procedure takes into account both possibilities.

The test shall be conducted on a battery or a module.

The conditions of the DUT at the beginning of the test are the following:

- the DUT shall be at 100 % SOC;
- the external ambient temperature shall be $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

Test procedure:

The heaters of the DUT shall be turned on permanently, bypassing the thermal management subsystem of the BMS. This should simulate a common mode failure that affects the BMS and all subsystems that depend on it.

The internal temperature of the battery shall be measured every 10 s and plotted.

In case a), the temperature will rise until the safety cut-off threshold temperature is reached. If the safety thermal cut-off is not self-resetting, the test is terminated when the battery temperature drops below the minimum rated operating temperature of the cells. If the safety thermal cut-off is self-resetting, the temperature will continuously go up and down within the switching thresholds of the thermal cut-off. The test is terminated after 3 h or after the safety thermal cut-off has switched off five times consecutively, whichever is the longer period.

In case b), the test is terminated when the temperature has reached a steady state, i.e. the temperature does not vary by more than 1 °C per hour.

Assessment criteria:

The DUT is deemed to have passed the test when none of the following conditions occur:

- B – Bursting;
- F – Fire;
- S – Electric shock hazard (dielectric breakdown);
- L – Leakage (external to enclosure of DUT);
- R – Rupture of DUT enclosure exposing hazardous material;
- E – Emission of flammable gas / toxic gas;

And an alarm message is issued to the upper level controller to warn the user about the BMS failure.

6.3.6 Drop test

The purpose of this test is to check that the DUT when dropped from a given height for whatever reason, does not create additional hazards (other than the risk of being hit directly by the falling object).

The conditions of the DUT at the beginning of the test are the following:

- the DUT shall be at 100 % SOC;
- the internal cell temperature shall be:
 - the rated operating temperature if the battery is rated for handling while operational.
 - between 70 °C and 80 °C if the battery is rated for handling only while frozen.

The DUT shall be suspended from one corner above a concrete floor at a certain height according to the severity class given in Table 9. Different class levels reflect the mechanical requirements during typical handling and operation of the battery.

NOTE For example, Class 20 reflects falling from a pallet.

The dropping height shall be measured from the concrete floor, clear from debris, and the lowest point of the suspended DUT.

The DUT shall then be released and dropped to the concrete floor. An observation period of 3 h will then follow.

Table 9 – Drop test severity classes

Severity class:	Class 20	Class 100	Class 300
Dropping height:	20 cm	1 m	3 m

The test is passed when none of the following conditions occur during the observation period.

B – Bursting;

F – Fire;

L – Leakage (external to enclosure of DUT).

6.4 Routine tests

6.4.1 Withstand voltage test

This test is an evaluation of the electrical spacing and insulation at hazardous-live-parts within the DUT.

The DUT shall be selected according to IEC 62984-1:2020, 6.1.2.2.

The test voltage is determined according to 5.3.4.

The test voltage is to be applied between the hazardous-live-parts of the DUT and non-current-carrying conductive parts that may be accessible. The test voltage is also to be applied between the hazardous voltage charging circuit and the enclosure / accessible non-current-carrying conductive parts of the DUT. It may be necessary to disconnect protective circuits such as electronic circuits, etc., in order to prevent damage during the withstand voltage test.

Test voltage shall be selected in accordance with Table 2. The voltage waveform will be the sinusoidal AC mains frequency voltage, or a DC voltage of amplitude equivalent to its peak voltage.

If the accessible parts of the DUT are covered with insulating material that may become live in the event of an insulation fault, then the test voltages are applied between each of the live parts and metal foil in contact with the accessible parts. The test voltages shall be applied with one battery terminal disconnected to prevent charging during application of the voltage as described in Figure 7. The test voltage shall be raised uniformly from 0 V to the value specified in Table 2 within not more than 5 s and held at that value for not less than the specified test duration.

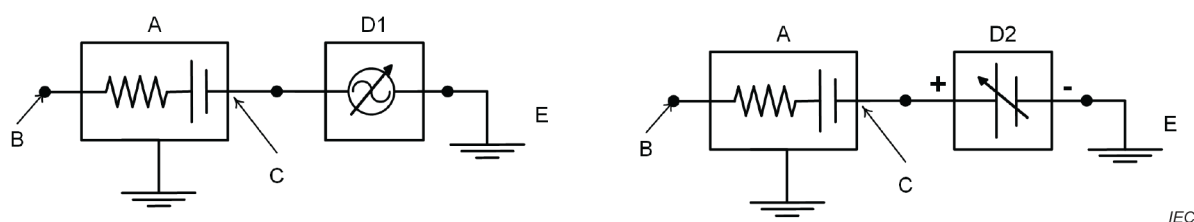
The specified test duration is:

- 60 s for tests included in a type or special testing sequence (see 6.2);
- 5 s for normal routine tests.

The internal cell temperature of the DUT shall be at the rated operating temperature (so that cells are active) prior to the battery terminal disconnection for test voltage application.

Assessment criteria:

There shall be no evidence of a dielectric breakdown (breakdown of insulation resulting in a short through insulation/arcing over electrical spacing) as evidenced by an abnormal current drained by the DUT from the test generator. Corona discharge is not regarded as a dielectric breakdown (i.e. insulation breakdown).

**Key**

- A module
- B positive terminal
- C negative terminal
- D1 dielectric tester (AC)
- D2 dielectric tester (DC)
- E Earth

Figure 7 – Application of test voltage

Additional information on withstand voltage tests can be found in IEC 60664-1.

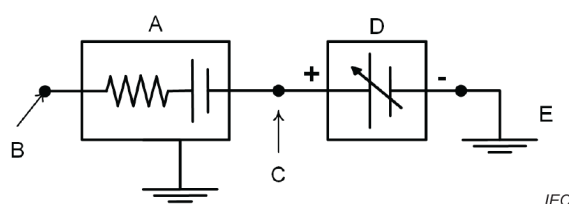
6.4.2 Insulation resistance measurement

The purpose of this routine test is to check the quality of the production process against possible insulation defects due, for example, to dirty insulating layers, non-compliant insulating materials, etc. These insulation defects in most cases may be detected by the measurement of the insulation resistance.

The manufacturer shall set and declare for each product the relevant resistance value limits to be used as the acceptance criteria for in-house routine tests as well as for on-site future re-testing.

The DUT shall be selected in accordance with IEC 62984-1:2020, 6.1.2.2.

The DUT shall be subjected to an insulation resistance test between the negative terminal and accessible non-current-carrying metal parts of a DUT as shown in Figure 8. The insulation resistance shall be measured after a 60-s application with a high resistance ohmmeter using a 500 V DC potential applied for at least 1 min to the locations under test. The measured insulation resistance between the positive terminals and accessible parts of the DUT shall be at least 1 MΩ.

**Key**

- A module
- B positive terminal
- C negative terminal
- D insulation resistance tester
- E Earth

Figure 8 – Insulation resistance measurement

6.5 Special tests

6.5.1 Immersion test

6.5.1.1 General

This test is optionally performed if additionally specified, under agreement between manufacturer and purchaser.

The purpose of this test is to ensure safety when a battery or module is flooded. This test is not intended to check the functionality of the battery underwater. The test is therefore different from the test described, for instance, in IEC 60529 to check the IP code.

6.5.1.2 Test procedure

The test shall be performed on a complete battery or a module.

The initial conditions of the DUT are as follows:

- 100 % SOC;
- rated internal operating temperature.

The test shall be performed according to IEC 60068-2-18:2017, 7.2, Test Rc: Immersion – Method Rc1: Water tank, with the following test conditions:

- Sea water immersion (3,5 % in mass sodium chloride solution)
- Head of water: 0,15 m
- Duration: until the internal temperature of the DUT drops below 50 °C, with a minimum of 2 h.

After the immersion, the DUT shall be kept under observation for a minimum of 3 h.

6.5.1.3 Assessment criteria

As stated before, the scope of the test is not to check the functionality of the battery underwater, but to check that when flooded, the battery does not create additional hazards (other than the flood itself).

The specimen is deemed to have passed the test when none of the following conditions occurs:

- B – Bursting;
- F – Fire;
- L – Leakage (external to enclosure of DUT);
- R – Rupture of DUT enclosure exposing hazardous material. Bulging of the enclosure is permitted, as long as it does not create a hazard.

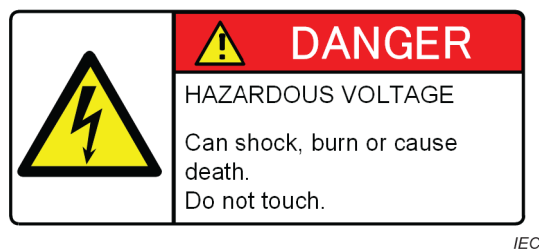
7 Markings

7.1 General

Subclause 7.1 of IEC 62984-1:2020 is applicable with the following additional text:

Guidance for the safety markings of high-temperature batteries can be found in ISO 3864-2.

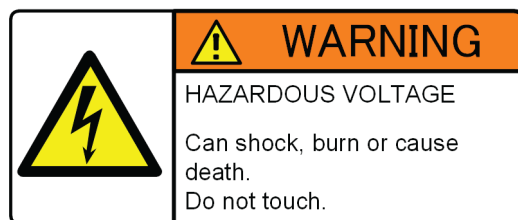
Examples of safety labels for sodium-nickel-chloride / sodium-sulfur batteries are described in Figure 9, as a reference.



IEC

Reference symbols: IEC 60417-6042:2010-11: Caution, risk of electric shock; ISO 7000-0434A:2004-01: Caution

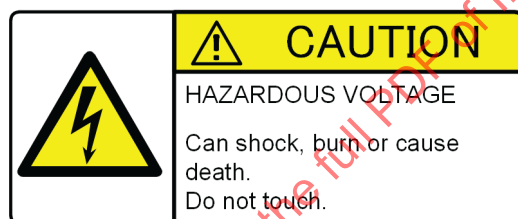
a) Hazardous voltage with a high level of risk



IEC

Reference symbols: IEC 60417-6042:2010-11: Caution, risk of electric shock; ISO 7000-0434A:2004-01: Caution

b) Hazardous voltage with a medium level of risk



IEC

Reference symbols: IEC 60417-6042:2010-11: Caution, risk of electric shock; ISO 7000-0434A:2004-01: Caution

c) Hazardous voltage with a low level of risk



IEC

Reference symbols: IEC 60417-5041:2002-10: Caution, hot surface; ISO 7000-0434A:2004-01: Caution

d) Hot surface



IEC

Reference symbols: IEC 60417-6057:2011-05: Caution, moving parts; ISO 7000-0434A:2004-01: Caution

e) Moving parts

Figure 9 – Examples of safety labels for sodium-nickel-chloride / sodium-sulfur batteries

7.2 Data plate marking

Subclause 7.2 of IEC 62984-1:2020 is applicable with the following additional text:

- j) Warnings for alerting personnel to the potential for personal injury or equipment damage and the requirements to follow in terms of installation and operation instructions.

8 Rules for transportation, installation and maintenance

8.1 Transportation

Batteries containing sodium are classified as UN 3292 (Batteries, containing sodium, or cells, containing sodium). Users shall follow the relevant requirements.

Sodium-sulfur or sodium-nickel-chloride batteries should be transported in a cold state (below 80 °C – when they are electrochemically inactive) for safety reasons.

In case hot battery transportation is necessary, the specific instructions provided by the manufacturer shall be followed carefully.

8.2 Installation

For general electrical safety, refer to IEC 60204-1.

Wiring shall be insulated and acceptable for the purpose, when considered with respect to temperature, voltage, and the conditions of service to which the wiring is likely to be subjected within the battery arrangement. Conductors at different voltages shall be reliably separated with insulation suitable for the highest voltage involved.

Wiring splices or connections shall be mechanically secure and shall provide electrical contact without strain on connections and terminals. Wiring shall be secured and routed away from sharp edges or parts exceeding the insulation temperature specification.

Wiring compartments for supply connections shall be accessible for inspections after connections are made and sufficiently sized to prevent damage to wiring or connections and a reduction in the required clearances.

Field wiring terminals and other terminals shall be designed to prevent inadvertent short circuits and rated to handle the appropriate size conductors. Terminals for connection to the battery system shall be designed to prevent reverse polarity.

8.3 Maintenance

The manufacturer shall provide suitable maintenance instructions in the user manual, which shall include all maintenance operations necessary to keep the required safety level of the product throughout its lifecycle.

9 Documentation

9.1 Instruction manual

Subclause 9.1 of IEC 62984-1:2020 is applicable.

9.2 Test report

Refer to Annex A.

Annex A

(informative)

Standard template for report of test results and description of the DUT – Report of type test

Type test (IEC 62984-2)										
Battery type: Model no.:										
Clause	Test item	DUT No.	Hazardous condition						Result	Attached test report
			Bursting	Fire	Electrical Shock	Leakage	Rupture	Emission		
6.3.1	Overcharge									
6.3.2	Short circuit									
6.3.3	External fire exposure									
6.3.4	Cell failure propagation									
6.3.5	Over heating									
6.3.6	Drop									
Additional information										

Test report #	1		
Test item:	Overcharge test		
Applied standard:	IEC 62984-2:2020	Subclause	6.3.1
Date	/ /		
Condition	Temperature: °C, Humidity: %		
Test result	Hazardous condition:		
	Tested by	Witnessed by	Approved by
DUT information			

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-2:2020

Test detail

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-2:2020

Bibliography

IEC 60068-2-64, *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60721-3-2, *Classification of environmental conditions – Part 3-2: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Transportation and handling*

IEC 60952 (all parts), *Aircraft batteries*

IEC 61982 (all parts), *Secondary batteries (except lithium) for the propulsion of electric road vehicles*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

IEC 61373, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

ISO 3864-2:2016, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels*

UN ECE Regulation No. 100, *Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to specific requirements for the electric power train*

UN, *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods – Model Regulations*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-2:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	40
1 Domaine d'application	42
2 Références normatives	42
3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés	42
3.1 Sécurité de la batterie	43
3.2 Symboles et termes abrégés	45
4 Conditions environnementales (de service)	45
4.1 Généralités	45
4.2 Conditions normales de service pour installations fixes	45
4.3 Conditions particulières de service pour installations fixes	45
4.4 Conditions normales de service pour les installations mobiles (à l'exception de la propulsion)	45
4.5 Conditions particulières de service pour les installations mobiles (à l'exception de la propulsion)	46
5 Exigences de sécurité	46
5.1 Exigences fonctionnelles de sécurité	46
5.1.1 Sécurité du système de gestion de batterie	46
5.1.2 Gestion protectrice de batterie	46
5.1.3 Gestion thermique	46
5.2 Exigences mécaniques	46
5.2.1 Généralités	46
5.2.2 Enveloppe de batterie	46
5.3 Protection contre les chocs électriques	47
5.3.1 Généralités	47
5.3.2 Conditions normales	47
5.3.3 Conditions de premier défaut	48
5.3.4 Tension d'isolement	49
5.3.5 Séparation	52
5.3.6 Espacement	52
5.3.7 Mise à la terre	53
5.4 Résistance aux conditions anormales	55
5.4.1 Résistance aux surcharges	55
5.4.2 Résistance aux courts-circuits	55
5.4.3 Résistance aux incendies externes	55
5.4.4 Résistance aux surchauffes internes	56
5.4.5 Inondations	56
5.4.6 Chute	56
6 Essais de sécurité	56
6.1 Généralités	56
6.1.1 Classification des essais	56
6.1.2 Choix de l'objet d'essai	57
6.1.3 Conditions initiales du DUT avant les essais	57
6.1.4 Équipement de mesure	57
6.2 Liste des essais	57
6.3 Essais de type	58
6.3.1 Essai de surcharge	58
6.3.2 Essai de court-circuit	59

6.3.3	Essai d'exposition externe au feu	59
6.3.4	Essai de propagation d'une défaillance dans un élément	61
6.3.5	Essai de surchauffe	62
6.3.6	Essai de chute	64
6.4	Essais individuels de série	65
6.4.1	Essai de tension de tenue	65
6.4.2	Essai de résistance d'isolement	66
6.5	Essais spéciaux	67
6.5.1	Essai d'immersion	67
7	Marquages	67
7.1	Généralités	67
7.2	Marquage des plaques signalétiques	69
8	Règles concernant le transport, l'installation et la maintenance	69
8.1	Transport	69
8.2	Installation	69
8.3	Maintenance	70
9	Documentation	70
9.1	Manuel d'instructions	70
9.2	Rapport d'essai	70
Annexe A (informative) Modèle normalisé de rapport de résultats d'essai et description du DUT – Rapport de l'essai de type		71
Bibliographie		74
Figure 1 – Exemples de montages vissés		55
Figure 2 – Essai d'exposition au feu: préchauffage		60
Figure 3 – Essai d'exposition au feu: exposition directe		61
Figure 4 – Essai d'exposition au feu: fin		61
Figure 5 – Vue en plan d'une section d'éprouvette pour l'essai de propagation d'une défaillance dans un élément		62
Figure 6 – Sous-système de gestion thermique		63
Figure 7 – Application de la tension d'essai		66
Figure 8 – Essai de résistance d'isolement		66
Figure 9 – Exemples d'étiquettes de sécurité pour batteries sodium-chlorure de nickel et sodium/soufre		69
Tableau 1 – Liste des symboles et des termes abrégés		45
Tableau 2 – Tensions de tenue		49
Tableau 3 – Tension réelle d'essai pour l'essai d'impulsions avec les altitudes correspondantes		50
Tableau 4 – Guide de l'attribution d'une catégorie de surtension		51
Tableau 5 – Facteurs de multiplication pour distances d'isolement d'équipements dont les caractéristiques assignées permettent un fonctionnement à une altitude jusqu'à 5 000 m		52
Tableau 6 – Essais de type		58
Tableau 7 – Essais individuels de série		58
Tableau 8 – Essais spéciaux		58
Tableau 9 – Classes de sévérité pour l'essai de chute		65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BATTERIES D'ACCUMULATEURS À HAUTE TEMPÉRATURE –**Partie 2: Exigences de sécurité et essais****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique 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.

La Norme internationale IEC 62984-2 a été établie par le comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/1032/FDIS	21/1042/RVD

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

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le présent document doit être lue conjointement avec l'IEC 62984-1:2020.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62984, publiées sous le titre général *Batteries d'accumulateurs à haute température*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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 62984-2:2020

BATTERIES D'ACCUMULATEURS À HAUTE TEMPÉRATURE –

Partie 2: Exigences de sécurité et essais

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62984 spécifie les exigences de sécurité et procédures d'essai relatives aux batteries d'accumulateurs à haute température pour usage mobile et/ou fixe et dont la tension assignée ne dépasse pas 1 500 V.

Le présent document ne couvre pas les batteries d'aéronefs, couvertes par l'IEC 60952 (toutes les parties), et les batteries pour la propulsion des véhicules routiers électriques, couvertes par l'IEC 61982 (toutes les parties).

NOTE Les batteries à haute température sont des systèmes électrochimiques dont la température de fonctionnement interne minimale des éléments dépasse 100 °C.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-2-18:2017, *Essais d'environnement – Partie 2-18: Essais – Essai R et guide: Eau*

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

IEC 60204-1, *Sécurité des machines – Équipement électrique des machines – Partie 1: Exigences générales*

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

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 62984-1:2020, *Batteries d'accumulateurs à haute température – Partie 1: Exigences générales*

3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 62984-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC maintiennent des bases de données terminologiques pour l'utilisation en normalisation disponibles aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Sécurité de la batterie

3.1.1

tension assignée d'isolement

valeur assignée de la tension de tenue efficace fixée par le fabricant aux matériels ou à une partie d'entre eux, caractérisant la capacité de tenue spécifiée (à long terme) de son isolation

Note 1 à l'article: La tension assignée d'isolement n'est pas nécessairement égale à la tension assignée des matériels qui est principalement liée aux caractéristiques fonctionnelles.

[SOURCE: IEC 60050-312:2014, 312-06-02]

3.1.2

isolation fonctionnelle

isolation entre parties conductrices, nécessaire pour le bon fonctionnement du matériel

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-41]

3.1.3

isolation supplémentaire

isolation indépendante prévue, en plus de l'isolation principale, afin d'assurer une protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolation principale

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-07, modifié – "en tant que protection en cas de défaut" a été remplacé par "afin d'assurer une protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolation principale".]

3.1.4

isolation renforcée

isolation des parties actives dangereuses assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à celui d'une double isolation

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-09, modifié – La note a été supprimée.]

3.1.5

double isolation

isolation comprenant à la fois une isolation principale et une isolation supplémentaire

Note 1 à l'article: L'isolation principale et l'isolation supplémentaire sont séparées, chaque isolation étant conçue à des fins de protection principale contre les chocs électriques.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-08, modifié – La note à l'article a été ajoutée.]

3.1.6

très basse tension

TBT

toute tension ne dépassant pas la valeur maximale de la tension de contact présumée qui peut être maintenue indéfiniment dans des conditions spécifiées d'influences externes

[SOURCE: IEC 61140:2016, 3.26]

3.1.7

schéma TBTS

schéma électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la très basse tension:

- dans des conditions normales et
- dans des conditions de premier défaut, y compris les défauts à la terre dans les autres circuits électriques

Note 1 à l'article: TBTS est l'abréviation de très basse tension de sécurité.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-31]

3.1.8

schéma TBTP

schéma électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la très basse tension:

- dans des conditions normales et
- dans des conditions de premier défaut, à l'exception des défauts à la terre dans les autres circuits électriques

Note 1 à l'article: TBTP est l'abréviation de très basse tension de protection.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-32]

3.1.9

liaison équipotentielle de protection

LEP

liaison équipotentielle réalisée à des fins de sécurité

EXEMPLE La protection contre les chocs électriques est un exemple de fins de sécurité.

Note 1 à l'article: La liaison équipotentielle fonctionnelle est définie dans l'IEV 195-01-16.

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "PEB" est dérivé du terme anglais développé correspondant "protective-equipotential-bonding".

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-15, modifié – Le terme abrégé, l'exemple et les notes ajoutés.]

3.1.10

équipement de classe I

équipement dont l'isolation principale assure la protection principale contre les chocs électriques et dont la liaison de protection assure la protection contre les défauts, de sorte que les parties conductrices à l'extérieur du boîtier de l'équipement ne puissent pas devenir actives en cas de défaut de l'isolation principale

Note 1 à l'article: Contenu reposant sur l'IEC 60050-851:2008, 851-15-10.

3.1.11

équipement de classe II

matériel dont l'isolation principale est la mesure de protection principale contre les chocs électriques, et l'isolation supplémentaire est la mesure de protection en cas de défaut, ou dont les protections principales et protections en cas de défaut sont assurées par une isolation renforcée

Note 1 à l'article: Il convient de ne pas fournir de conducteur de protection ou de se fier aux conditions d'installation à des fins de sécurité. Il est, cependant, possible de raccorder un conducteur de terre à un équipement de classe II pour des besoins fonctionnels (par exemple, CEM).

Note 2 à l'article: Contenu reposant sur l'IEC 60050-851:2008, 851-15-11.

3.1.12**équipement de classe III**

équipement ou parties d'équipement dans lequel (lesquelles) la protection contre les chocs électriques dépend de schémas TBTS ou TBTP et dans lequel (lesquelles) aucune tension dangereuse (voir partie active dangereuse) n'est produite

3.1.13**catégorie de surtension**

chiffre définissant une condition de surtension transitoire

Note 1 à l'article: Les catégories de surtension I, II et III sont utilisées.

Note 2 à l'article: Voir 5.3.4 pour de plus amples informations sur les catégories de surtension.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-21-02, modifié – Notes à l'article ajoutées.]

3.1.14**partie active dangereuse**

partie active qui peut provoquer, dans certaines conditions, un choc électrique nuisible

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-05]

3.2 Symboles et termes abrégés

La liste des symboles et des termes abrégés est donnée dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Liste des symboles et des termes abrégés

Symbole / termes abrégés	Terme développé	Référence
IRC	Indice de Résistance au Cheminement	
TBT	Très Basse Tension	Voir 3.1.6
PEB	Protective Equipotential Bonding (liaison équipotentielle de protection)	Voir 3.1.9
TBTP	Très Basse Tension de Protection	Voir 3.1.8
TBTS	Très Basse Tension de Sécurité	Voir 3.1.7

4 Conditions environnementales (de service)**4.1 Généralités**

Voir l'IEC 62984-1:2020, 4.1.

4.2 Conditions normales de service pour installations fixes

Voir l'IEC 62984-1:2020, 4.2.

4.3 Conditions particulières de service pour installations fixes

Voir l'IEC 62984-1:2020, 4.3.

4.4 Conditions normales de service pour les installations mobiles (à l'exception de la propulsion)

Voir l'IEC 62984-1:2020, 4.4.

4.5 Conditions particulières de service pour les installations mobiles (à l'exception de la propulsion)

Voir l'IEC 62984-1:2020, 4.5.

5 Exigences de sécurité

5.1 Exigences fonctionnelles de sécurité

5.1.1 Sécurité du système de gestion de batterie

Les appareils électroniques et logiciels de fiabilité concernant la sécurité doivent être conformes à l'IEC 61508 (toutes les parties).

5.1.2 Gestion protectrice de batterie

S'il est fiable pour le maintien des éléments dans leur plage spécifiée de fonctionnement, le système de gestion de batterie (BMS) doit maintenir les éléments à leurs tension, température et courant spécifiés pendant l'état de veille, la charge et la décharge de la batterie.

5.1.3 Gestion thermique

Un système de batteries doit être équipé d'une commande de gestion thermique pour assurer le fonctionnement en toute sécurité de la batterie, y compris ses éléments chauffants internes, et pour empêcher la surchauffe de la batterie ou toute autre utilisation sortant de sa plage spécifiée de températures de fonctionnement. Le système de gestion de batterie doit empêcher la batterie d'entrer dans un état dangereux par suite d'un défaut de la commande de gestion thermique.

Les éléments chauffants utilisés pour maintenir les éléments à des températures spécifiées de fonctionnement doivent avoir des dimensions adaptées au courant et à la tension impliqués et conçus pour empêcher les bris et les courts-circuits survenant par suite de la manipulation, de l'installation et du fonctionnement de la batterie.

NOTE Une bonne gestion thermique assure un bon niveau d'efficacité.

5.2 Exigences mécaniques

5.2.1 Généralités

Le Paragraphe 5.2.1 de l'IEC 62984-1:2020 s'applique avec le texte supplémentaire suivant:

L'enveloppe et les structures mécaniques de support de la mesure des batteries doivent avoir la force et la rigidité exigées pour résister aux mauvaises manipulations physiques éventuelles auxquelles elles sont exposées pendant leur transport, installation et utilisation prévue, afin de réduire les dangers.

La batterie doit être en mesure de résister aux chocs et vibrations susceptibles de survenir pendant le transport, le stockage, l'installation et le fonctionnement selon l'application prévue (fixe ou mobile) sans blesser l'utilisateur.

Les exigences de 5.2.1 s'appliquent non seulement aux modules, mais à l'installation complète de batteries, y compris les interconnexions entre les modules et la structure de support.

NOTE Ces exigences ne couvrent pas les applications spécifiques qui ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

5.2.2 Enveloppe de batterie

Le Paragraphe 5.2.2 de l'IEC 62984-1:2020 s'applique avec le texte supplémentaire suivant:

À moins qu'elle soit installée dans un emplacement protecteur empêchant les accès aux parties dangereuses du système, la batterie doit avoir un degré de protection minimal assigné IP22 conformément à l'IEC 60529.

5.3 Protection contre les chocs électriques

5.3.1 Généralités

La batterie ne doit pas compromettre la sécurité des personnes et des biens.

Les utilisateurs doivent être protégés contre les dangers de chocs électriques par le biais de bonnes pratiques de construction et d'ingénierie.

Les essais des composants et de l'équipement concernant la protection contre les chocs électriques doivent être effectués comme les essais de type et les essais individuels de série définis à l'Article 6.

Les règles fondamentales applicables concernant la protection contre les chocs électriques sont données dans l'Article 4 de l'IEC 61140:2016, avec une application dans les conditions normales ou dans les conditions de premier défaut.

Les principes applicables couvrant ces différentes conditions sont donnés en 4.1, 4.2 et 4.3 de l'IEC 61140:2016.

Les mesures et mesures de protection contre les chocs électriques sont décrites à l'Article 5 et à l'Article 6 de l'IEC 61140:2016, qui s'appliquent, le cas échéant.

5.3.2 Conditions normales

Pour satisfaire aux règles fondamentales de protection contre les chocs électriques dans les conditions normales, la protection principale est nécessaire. La protection principale doit comprendre une ou plusieurs mesures qui, dans les conditions normales, préviennent le contact avec les parties actives dangereuses.

NOTE Il n'est pas considéré que la peinture, le vernis, la laque et les produits similaires utilisés seuls assurent une isolation suffisante pour permettre une protection contre les chocs électriques en service normal.

Les mesures relatives à la protection principale pouvant être utilisées pour la protection principale sont:

- L'isolation principale,
- Les barrières ou enveloppes,
- Les obstacles,
- La mise hors de volume d'accessibilité au toucher,
- La limitation de tension,
- La limitation du courant de contact en régime établi et de la charge électrique,
- Les autres mesures (conformes à la règle fondamentale de protection contre les chocs électriques).

Ces mesures sont décrites en 5.2 de l'IEC 61140:2016.

La protection contre les chocs électriques pour l'équipement de classe I, II ou III s'applique aux parties accessibles dans les conditions normales. Les schémas TBT, LEP, TBTP et TBTS assurent une protection contre les chocs électriques dus à des parties actives dangereuses et ne sont pas nécessairement liés à une classe d'équipement I, II ou III.

Toute partie conductrice non séparée des parties actives dangereuses par l'isolation principale au minimum doit être considérée comme une partie active.

Une partie métallique accessible est considérée comme étant conductrice si sa surface est dénudée ou est couverte d'une couche isolante qui ne satisfait pas aux exigences applicables à l'isolation principale.

5.3.3 Conditions de premier défaut

5.3.3.1 Généralités

Afin de satisfaire aux règles fondamentales de protection contre les chocs électriques dans les conditions de premier défaut, la protection appelée "protection en cas de défaut" dans le présent document est nécessaire. Cette protection peut être atteinte

- par une mesure supplémentaire de protection, indépendante de celle concernant la protection principale, ou
- par une mesure de protection renforcée, qui fournit une protection principale et une protection en cas de défaut en tenant compte de toutes les influences pertinentes. Les parties conductrices accessibles non mises à la terre pouvant devenir des parties actives dangereuses en conditions de premier défaut doivent être séparées des parties actives dangereuses par double isolation ou une isolation renforcée ou être raccordées à un conducteur de protection.

Par conséquent, les parties conductrices accessibles non mises à la terre pouvant devenir des parties actives dangereuses en conditions de premier défaut doivent être séparées des parties actives dangereuses par double isolation ou une isolation renforcée ou être raccordées à un conducteur de protection.

5.3.3.2 Protection en cas de défaut

La protection en cas de défaut doit comprendre une ou plusieurs mesures indépendantes de celles applicables à la protection principale et supplémentaires à celles-ci.

Le domaine d'application de cette mesure indépendante et supplémentaire implique qu'une condition de premier défaut appliquée à l'équipement ne doit pas provoquer de danger de choc électrique.

Les mesures pouvant être utilisées pour la protection en cas de défaut sont:

- L'isolation supplémentaire,
- La liaison equipotentielle de protection,
- La protection par écran,
- La coupure automatique de l'alimentation,
- La séparation (entre circuits),
- Un environnement conducteur,
- Les autres mesures (conformes aux règles fondamentales de protection contre les chocs électriques).

Ces mesures sont décrites en 5.3 de l'IEC 61140:2016.

5.3.3.3 Mesures de protection renforcée

Une mesure de protection renforcée doit assurer la protection principale et la protection en cas de défaut.

Les dispositions doivent être prises de sorte que la protection assurée par une mesure de protection renforcée ne soit pas susceptible de se dégrader et de sorte à éviter les conditions de premier défaut.

Les mesures pouvant être utilisées pour la protection renforcée sont:

- L'isolation renforcée,
- La séparation de protection entre circuits,
- La source à courant limité,
- Les dispositifs d'impédance de protection,
- D'autres mesures.

Ces mesures sont décrites en 5.4 de l'IEC 61140:2016.

5.3.4 Tension d'isolement

Les batteries à haute température ne sont pas de simples composants, mais consistent généralement en un ensemble de sous-systèmes, en raison du besoin d'un contrôleur BMS et d'un sous-système de gestion thermique. Par conséquent, il est nécessaire, lors du choix de la tension d'isolement, de prendre en compte les connexions de chaque sous-système de la batterie à l'environnement externe et ses besoins de coordination de l'isolement.

Chaque circuit indépendant de la batterie doit être soumis à l'essai selon sa tension assignée d'isolement et la catégorie de surtension correspondante.

NOTE Par exemple, dans le cas des batteries au sodium, les circuits indépendants types présents sont:

- Les bornes principales de la batterie,
- L'alimentation des éléments chauffants/refroidisseurs,
- L'alimentation du BMS,
- Les ports numériques de communication,
- Les ports E/S numériques et/ou analogiques.

Tous ces circuits ne sont pas nécessairement présents et accessibles depuis l'extérieur sur chaque conception de batterie.

Les tensions de tenue exigées sont indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Tensions de tenue

Tension en volts

Tension assignée d'isolement jusqu'à	Tension de tenue			
	Valeur efficace en courant alternatif 1 min	Impulsion 1,2/50 µs		
		Catégorie de surtension I	Catégorie de surtension II	Catégorie de surtension III
60	1 000	---	---	---
100	1 200	---	---	---
150	1 350	---	---	2 500
300	1 500	1 500	2 500	4 000
600	1 800	2 500	4 000	6 000
800	2 000	3 300	5 000	7 000
1 000	2 200	4 000	6 000	8 000
1 500	2 700	6 000	8 000	10 000
La valeur efficace en courant alternatif doit être appliquée pendant 1 min.				

La tension réelle d'essai pour l'essai d'impulsions est calculée à partir de la tension assignée de tenue aux impulsions, en tenant compte du facteur de correction d'altitude, conformément au Tableau 3.

Tableau 3 – Tension réelle d'essai pour l'essai d'impulsions avec les altitudes correspondantes

Tension en kilovolts

Tension assignée de tenue aux impulsions U_{imp}	Tension d'essai et altitudes correspondantes				
	$U_{1,2/50}$				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,35	0,35	0,35	0,34	0,33
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,5
0,8	0,93	0,92	0,9	0,85	0,8
1,5	1,75	1,72	1,68	1,6	1,5
2,5	2,92	2,88	2,8	2,7	2,5
4,0	4,92	4,8	4,7	4,4	4,0
6,0	7,38	7,2	7,0	6,7	6,0
8,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8,0
12	14,8	14,5	14	13,3	12
Pour de plus amples informations sur le facteur de correction d'altitude, voir 6.1.2.2.1.3 de l'IEC 60664-1:2007.					

Chaque circuit indépendant de la batterie doit avoir une tension assignée d'isolement et une catégorie de surtension assignée conformément au Tableau 2 et au Tableau 4, respectivement.

Cette catégorie de surtension assignée doivent prendre en compte les facteurs d'influence, y compris:

- La longueur des connexions avec l'environnement externe,
- La connexion directe avec le réseau ou la présence d'un convertisseur entre la batterie et le réseau,
- La présence de suppresseurs de surtensions,
- Un écran,
- L'impédance de liaison équipotentielle.

La catégorie de surtension applicable doit être déterminée d'après les critères suivants.

CATÉGORIE I: cette catégorie s'applique aux équipements lorsque des mesures particulières sont prises pour limiter les tensions transitoires aux valeurs appropriées, par exemple, les circuits électroniques correctement protégés.

Pour prétendre à la catégorie I, il convient d'appliquer des mesures particulières de tension aux circuits raccordés de manière commune et aux circuits raccordés de manière différentielle.

CATÉGORIE II: lorsque toutes les conditions suivantes s'appliquent:

- a) les circuits auxiliaires (circuits d'alimentation) de l'équipement sont raccordés à une alimentation en tension utilisée uniquement pour l'alimentation électrique des équipements statiques;

NOTE Cette condition s'applique uniquement si les fils sont courts et en l'absence de commutation d'autres circuits raccordés à l'alimentation en courant alternatif ou en courant continu, les niveaux de tension transitoire sur les fils d'alimentation sont inférieurs à ceux spécifiés dans la catégorie de surtension III.

- b) les bornes de la batterie sont raccordées à une charge par de faibles longueurs de fils, avec un écran et une mise à la terre efficaces.

CATÉGORIE III: cette catégorie s'applique à la plupart des cas pratiques d'application d'équipement et doit, en particulier, être utilisée lorsque:

- c) les circuits auxiliaires d'alimentation (circuits d'alimentation) de l'équipement sont raccordés à une batterie commune et/ou, en raison de longueurs importantes de fils, des surtensions transitoires en mode commun d'une valeur relativement élevée peuvent apparaître sur les fils d'alimentation et des tensions en mode différentiel peuvent survenir par suite d'une commutation dans d'autres circuits raccordés à la même batterie ou source d'alimentation;
- d) les bornes de la batterie sont raccordées à une charge par de longs fils, ce qui implique que des tensions transitoires en mode commun d'une valeur relativement élevée peuvent apparaître.

Tableau 4 – Guide de l'attribution d'une catégorie de surtension

Circuit	Cat. I	Cat. II	Cat. III
Bornes principales de la batterie	Batterie sans connexion avec l'environnement externe (par exemple, intégrée dans l'ASI) ou utilisée dans des environnements protégés (par exemple, à bord d'un véhicule)	Cas normal	Câbles très longs (> 100 m) et environnement très bruyant (par exemple, poste)
Alimentation des éléments chauffants/refroidisseurs		Cas normal si alimentés en courant continu par les bornes principales de la batterie Applicable aussi aux alimentations en courant alternatif correctement isolées et filtrées	Cas normal si directement alimentés en courant alternatif par le réseau
Alimentation du BMS		Cas normal si alimentés en courant continu par les bornes principales de la batterie	Cas normal si directement alimentés en courant alternatif par le réseau
Ports numériques de communication	Cas normal	Lignes très longues (> 100 m)	
Ports E/S numériques et/ou analogiques	Cas normal	Lignes très longues (> 100 m)	

La tension assignée d'isolement doit être déterminée comme suit:

- 1) pour l'isolation entre les parties actives et les parties conductrices exposées, supérieure ou égale à la tension nominale du circuit à l'étude;
- 2) pour l'isolation entre les parties d'un circuit, supérieure ou égale à la tension nominale du circuit à l'étude;
- 3) pour l'isolation entre les parties de deux circuits indépendants, il convient que la tension assignée d'isolement soit au moins égale à la tension nominale la plus élevée de ces circuits;
- 4) pour les espaces entre les contacts ouverts, sauf en cas d'accord contraire entre le fabricant et l'utilisateur, aucune tension assignée d'isolement n'est spécifiée.

5.3.5 Séparation

La borne positive et la borne négative du circuit principal de la batterie/du module doivent être correctement séparées afin d'éviter les courts-circuits accidentels et leur polarité doit être clairement marquée. La conformité aux critères de séparation peut être démontrée par l'utilisation d'un connecteur adéquat. Dans ce cas, il doit être mécaniquement impossible de coupler le connecteur avec la mauvaise polarité.

5.3.6 Espacement

5.3.6.1 Généralités

Les circuits électriques à la polarité opposée doivent être physiquement espacés de manière fiable (distance d'isolement et ligne de fuite adaptées au circuit) pour empêcher les courts-circuits accidentels (c'est-à-dire, lignes de fuite sur les cartes de circuits imprimés, fixation physique des fils et parties non isolé(e)s, etc.). L'isolation, telle que le câblage isolé adapté aux températures prévues et aux tensions maximales, doit être utilisée lorsque la distance d'isolement et les lignes de fuite ne peuvent pas être contrôlées par une séparation physique fiable.

5.3.6.2 Distances d'isolement

Les distances d'isolement exigées dépendent de la tension assignée d'isolement et de la catégorie de surtension, ainsi que de l'altitude assignée de fonctionnement. Si l'équipement a des caractéristiques assignées lui permettant de fonctionner à une altitude supérieure à 2 000 m, toutes les distances d'isolement doivent être multipliées par le facteur applicable du Tableau 5.

Tableau 5 – Facteurs de multiplication pour distances d'isolement d'équipements dont les caractéristiques assignées permettent un fonctionnement à une altitude jusqu'à 5 000 m

Altitude assignée de fonctionnement m	Facteur de multiplication
Jusqu'à 2 000	1,00
2 001 à 3 000	1,14
3 001 à 4 000	1,29
4 001 à 5 000	1,48

Pour des altitudes supérieures à 5 000 m, voir le Tableau A.2 de l'IEC 60664-1:2007.

5.3.6.3 Lignes de fuite

Les lignes de fuite exigées dépendent de la tension assignée d'isolement et de la catégorie de surtension, ainsi que de l'indice de résistance au cheminement (IRC) du matériau isolant.

Les matériaux sont divisés en quatre groupes selon la valeur de leur IRC, comme suit:

- Groupe de matériaux I, $600 \leq \text{IRC}$,
- Groupe de matériaux II, $400 \leq \text{IRC} < 600$,
- Groupe de matériaux IIIa, $175 \leq \text{IRC} < 400$,
- Groupe de matériaux IIIb, $100 \leq \text{IRC} < 175$.

Ces valeurs d'IRC renvoient aux valeurs obtenues sur des échantillons de matériau pertinent spécifiquement fabriqués à cet effet et soumis aux essais conformément à l'IEC 60112 avec la solution A. Pour les matériaux pour lesquels la valeur de l'IRC n'est pas connue, le groupe de matériaux IIIb est admis par hypothèse.

Pour le verre, la céramique ou les autres matériaux isolants inorganiques qui ne cheminent pas, il n'existe aucune exigence concernant les lignes de fuite.

5.3.7 Mise à la terre

5.3.7.1 Généralités

La mise à la terre de l'installation de batteries peut être exigée non seulement pour réduire les effets d'interférence, mais également et surtout, pour des raisons de sécurité du personnel. En cas de conflit entre ces deux exigences, la sécurité du personnel doit toujours prévaloir.

Les parties conductrices accessibles doivent être liées à la borne de terre de protection si elles peuvent devenir des parties actives dangereuses en cas de premier défaut du moyen primaire de protection. Par ailleurs, ces parties accessibles doivent être séparées des parties qui sont des parties actives dangereuses par un écran conducteur de protection lié à la borne de terre de protection.

5.3.7.2 Intégrité de la liaison de protection

L'intégrité de la liaison de protection doit être assurée comme cela est spécifié ci-dessous:

- a) la liaison de protection doit se composer de parties structurelles directement branchées ou de conducteurs discrets, ou des deux à la fois. Elle doit supporter toutes les contraintes thermiques et dynamiques pouvant se produire avant qu'un des moyens de protection contre les surintensités ne déconnecte l'équipement de l'alimentation.
- b) les connexions soudées soumises à une contrainte mécanique doivent avoir une fixation mécanique indépendamment de la soudure. De telles connexions ne doivent pas être utilisées à d'autres fins, telles que la fixation de parties structurelles.
- c) les connexions vissées doivent être protégées contre le desserrage.
- d) si une partie de l'équipement est démontable par un opérateur, la liaison de protection pour le reste de l'équipement ne doit pas être interrompue (sauf lorsque cette partie porte également la connexion d'entrée à l'alimentation secteur à l'ensemble de l'équipement).
- e) à moins qu'elles ne soient spécifiquement conçues pour assurer une interconnexion électrique, les connexions conductrices amovibles, par exemple, les charnières, coulisses, etc., ne doivent pas constituer l'unique parcours de liaison de protection.
- f) la tresse métallique extérieure des câbles ne doit pas être considérée comme une liaison de protection, même si elle est reliée à la borne de terre de protection.
- g) si la puissance fournie par l'alimentation secteur traverse l'équipement pour être utilisée par d'autres équipements, un moyen permettant de faire passer le conducteur de protection à travers l'équipement tout en protégeant l'autre équipement doit être fourni. L'impédance du chemin du conducteur de protection à travers l'équipement ne doit pas dépasser $0,1 \Omega$.
- h) les conducteurs de protection peuvent être nus ou isolés. L'isolation doit être verte/jaune, sauf pour les cas suivants:
 - pour les tresses de mise à la terre, l'isolation doit être verte/jaune ou incolore/transparente;
 - pour les conducteurs internes de protection et les autres conducteurs raccordés à la borne de terre de protection dans les assemblages tels que les câbles à rubans, les barres omnibus, les câblages imprimés souples, etc., toute couleur peut être utilisée à condition qu'aucun danger ne soit susceptible de survenir par suite de la non-identification du conducteur de protection.

Les équipements qui utilisent une liaison de protection doivent être équipés d'une borne adaptée au raccordement à un conducteur de protection et conforme aux exigences de 5.3.7.3.

La conformité est vérifiée par examen.

5.3.7.3 Bornes de terre de protection

Les bornes de terre de protection doivent satisfaire aux exigences suivantes:

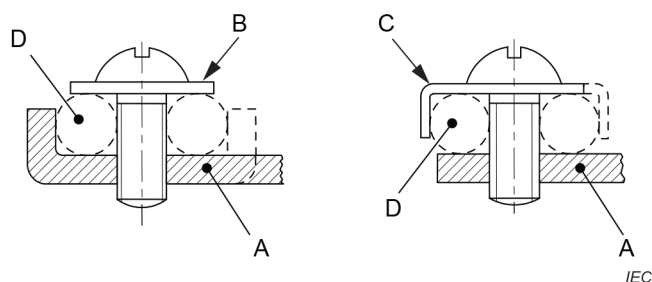
- a) les surfaces de contact doivent être métalliques. Il convient de choisir les matériaux du système de liaison de protection de sorte à réduire le plus possible la corrosion électrochimique entre la borne et le conducteur de protection, ou tout autre métal en contact avec eux.
- b) pour les équipements comportant un câble souple démontable et pour les appareils branchés en permanence, la borne de terre de protection doit être située à proximité des bornes de l'alimentation secteur.
- c) si l'équipement n'exige pas d'être raccordé à une alimentation secteur, mais est néanmoins équipé d'un circuit ou d'une partie dont la mise à la terre de protection est exigée, la borne de terre de protection doit être située à proximité des bornes du circuit pour lequel la mise à la terre de protection est nécessaire. Si ce circuit a des bornes extérieures, la borne de terre de protection doit également être extérieure.
- d) les bornes de terre de protection des circuits de l'alimentation secteur doivent être au moins équivalentes, en ce qui concerne l'intensité admissible, aux bornes de l'alimentation secteur.
- e) les bornes de terre de protection de type enfichable, combinées à d'autres bornes et destinées à être reliées et déconnectées sans l'aide d'un outil, doivent être conçues de telle sorte que la connexion du conducteur de protection soit établie en premier et qu'elle se coupe en dernier par rapport aux autres connexions. Les fiches et connecteurs pour cordons d'alimentation secteur ou ensembles de connecteurs pour blocs enfichables sont des exemples de bornes de terre de protection.
- f) si la borne de terre de protection est aussi utilisée pour d'autres raisons de liaison, le conducteur de protection doit être appliqué en premier lieu et fixé indépendamment des autres connexions.

Le conducteur de protection doit être raccordé de sorte à éviter son retrait lors d'une maintenance qui n'exige pas le débranchement du conducteur de protection.

- g) pour les équipements dans lesquels le conducteur de protection est exigé pour la protection en conditions de premier défaut dans un circuit de mesure, les exigences suivantes doivent s'appliquer:
 - 1) le courant assigné de la borne de terre de protection et du conducteur de protection doit au moins être égal au courant assigné des bornes de mesure;
 - 2) la liaison de protection ne doit pas être coupée par une commutation ou un appareil de coupure.
- h) les bornes de terre fonctionnelles (par exemple, bornes de terre de mesure) doivent permettre un raccordement indépendant de celui du conducteur de protection.

NOTE Les équipements peuvent être équipés de bornes de terre fonctionnelles, quel que soit le moyen de protection utilisé.

- i) si la borne de terre de protection est une borne à visser (voir la Figure 1), elle doit être d'un calibre adapté au fil à serrer, mais d'une taille pas plus petite que 4,0 mm, avec au moins trois filets de la vis engagés.
- j) la pression de contact exigée pour la connexion de la liaison ne doit pas pouvoir être réduite par la déformation des matériaux formant la connexion.



Légende

- A partie fixe
- B tête ou rondelle de serrage
- C dispositif anti rotation
- D emplacement du conducteur

Figure 1 – Exemples de montages vissés

La conformité est vérifiée par examen.

5.4 Résistance aux conditions anormales

5.4.1 Résistance aux surcharges

Il est exigé que les batteries et modules résistent aux conditions anormales de surcharge dues à une condition de premier défaut du système de charge sans engendrer de situations dangereuses.

L'essai correspondant est décrit en 6.3.1.

5.4.2 Résistance aux courts-circuits

Il est exigé que les batteries et modules résistent aux conditions anormales de court-circuit aux bornes de la batterie dues à une condition de premier défaut des circuits externes sans engendrer de situations dangereuses.

L'essai correspondant est décrit en 6.3.2.

5.4.3 Résistance aux incendies externes

La batterie/le module doit résister à un éventuel incendie externe sans alimenter la charge calorifique et sans engendrer de risque de blessures. La conformité est déterminée par la procédure d'essai de 6.3.3.

Les instructions de fonctionnement des batteries doivent comprendre des instructions relatives à toute mesure particulière de lutte contre les incendies et techniques d'atténuation des incendies et mesure de sécurité unique aux batteries au sodium lors de la manipulation d'un incendie potentiel issu d'un système de batteries.

NOTE L'eau et le sable sec sont des extincteurs efficaces.

5.4.4 Résistance aux surchauffes internes

La batterie/le module doit être conçu(e) pour résister aux surchauffes internes survenant par suite des cas suivants:

- Rupture d'électrolyte solide dans un élément:

Lorsque l'électrolyte solide dans un élément se fissure, il se produit une réaction directe entre le matériau positif et le matériau négatif. Par conséquent, l'énergie stockée dans l'élément est relâchée et produit de la chaleur. La batterie/le module doit résister à cette production de chaleur sans propager la défaillance aux éléments adjacents et, enfin, sans provoquer de court-circuit ou une autre condition de défaut du module.

La conformité à cette exigence est démontrée par l'essai décrit en 6.3.4.

- Chauffage continu par dysfonctionnement du BMS:

La défaillance du sous-système de gestion thermique du BMS peut provoquer le démarrage permanent des éléments chauffants, qui conduit à une surchauffe à l'intérieur de la batterie.

Dans cette situation anormale, il est exigé que la batterie coupe automatiquement les éléments chauffants par un blocage thermique de sécurité différent ou la batterie doit être conçue pour résister à cette situation anormale sans atteindre de températures auxquelles elle devient intrinsèquement dangereuse.

La conformité à cette exigence est déterminée par l'essai décrit en 6.3.5.

- Court-circuit:

La batterie/le module doit résister à la chaleur produite par le court-circuit jusqu'à l'ouverture du circuit (voir 5.4.2).

5.4.5 Inondations

Si cela est spécifié, la batterie ne doit pas créer de dangers supplémentaires par suite de l'immersion dans de l'eau de mer (dus, par exemple, à des inondations).

La conformité à cette exigence est démontrée par l'essai décrit en 6.5.1.

NOTE Sauf si la batterie est expressément conçue pour fonctionner sous l'eau, il n'est pas exigé qu'elle fonctionne normalement sous l'eau, mais uniquement qu'elle n'engendre pas de dommage supplémentaire. C'est la raison pour laquelle les exigences et l'essai spécifiés en 5.4.5 sont différents de ceux décrits pour le code IP (IEC 60529).

5.4.6 Chute

La batterie ou les modules, pendant leur cycle de vie, peuvent être soumis à de mauvaises manipulations et, dans les cas extrêmes, un module ou une batterie peut accidentellement tomber d'une certaine distance et s'écraser au sol. La batterie ou le module n'est généralement pas réputé(e) survivre à ce genre d'accident. Cependant, la batterie ou le module ne doit pas engendrer de danger supplémentaire tel qu'un incendie, un déversement ou des émissions nocives, même s'il/elle tombe alors qu'il/elle est chaud(e) et chargé(e).

La procédure d'essai pertinente est indiquée en 6.3.6.

6 Essais de sécurité

6.1 Généralités

6.1.1 Classification des essais

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.1.

6.1.2 Choix de l'objet d'essai

6.1.2.1 Dispositif en essai (DUT) pour essais de type

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.2.1.

6.1.2.2 DUT pour essais individuels de série

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.2.2.

6.1.2.3 DUT pour essais spéciaux

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.2.3.

6.1.2.4 DUT pour essais sur site

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.2.4.

6.1.3 Conditions initiales du DUT avant les essais

6.1.3.1 Température interne

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.3.1.

6.1.3.2 Condition de charge avant les essais

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.3.2.

6.1.4 Équipement de mesure

6.1.4.1 Mesurages de tension

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.4.1.

6.1.4.2 Mesurages de courant

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.4.2.

6.1.4.3 Mesurages de température

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.4.3.

6.1.4.4 Mesurage de l'humidité

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.4.4.

6.1.4.5 Mesurages du temps

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.4.5.

6.1.4.6 Mesurages de puissance

Voir l'IEC 62984-1:2020, 6.1.4.6.

6.2 Liste des essais

Les essais de sécurité présentés dans le Tableau 6 doivent être effectués pour assurer la sécurité de la conception de la batterie.

Chaque essai de type de sécurité doit être effectué sur différentes éprouvettes, sauf si une éprouvette est complètement fonctionnelle après un essai, auquel cas elle peut être réutilisée pour un autre essai.

Ceci doit être démontré par la répétition des essais individuels de série (sécurité et performances).

Tableau 6 – Essais de type

Essai	Paragraphe
Surcharge	6.3.1
Court-circuit	6.3.2
Exposition externe au feu	6.3.3
Propagation d'une défaillance dans un élément	6.3.4
Surchauffe	6.3.5
Chute	6.3.6

Le Tableau 7 présente les essais individuels de série à effectuer sur chaque pièce fabriquée.

Tableau 7 – Essais individuels de série

Essai	Paragraphe
Tension de tenue diélectrique	6.4.1
Résistance d'isolement	6.4.2

Le Tableau 8 présente les essais spéciaux à effectuer suivant l'accord passé entre le fabricant et l'acheteur.

Tableau 8 – Essais spéciaux

Essai	Paragraphe
Immersion	6.5.1

6.3 Essais de type

6.3.1 Essai de surcharge

Cet essai a pour objet d'évaluer la capacité d'une batterie à résister à une condition de surcharge.

Un DUT complètement déchargé (c'est-à-dire déchargé jusqu'à ce que la tension de fin de décharge spécifiée par le fabricant soit atteinte) doit être soumis à une surcharge résultant d'une condition de premier défaut dans le circuit de charge de protection/commande du système, ce qui peut conduire à une condition de surcharge. L'équipement d'alimentation d'essai utilisé pour la charge du DUT doit suffire à créer une surcharge du DUT à au moins 110 % de la tension maximale spécifiée de charge. Le taux de charge utilisé doit être le taux de charge maximal spécifié par le fabricant.

L'essai doit être poursuivi jusqu'à l'obtention des derniers résultats suivis d'une période d'observation de 3 h. Les derniers résultats sont considérés comme obtenus lorsque l'une des conditions suivantes se produit:

- a) Le circuit de protection met fin à la charge échantillon en raison de commandes de tension ou de température ou lorsque le DUT atteint 110 % de sa limite maximale spécifiée de tension de charge;

ou

- b) Il se produit une défaillance du DUT manifestée par un éclatement, un incendie ou d'autres résultats identifiables non conformes, tels que ceux indiqués dans la liste ci-dessous.

L'essai est satisfaisant en l'absence de toutes les conditions suivantes:

B – Éclatement;

F – Incendie;

S – Danger de choc électrique (rupture diélectrique);

L – Fuite (externe à l'enveloppe du DUT);

R – Rupture de l'enveloppe du DUT provoquant une exposition à des matériaux dangereux;

P – Perte des commandes de protection;

E – Émission de gaz inflammables/toxiques.

6.3.2 Essai de court-circuit

Cet essai a pour objet d'assurer la sécurité en cas de court-circuit de la batterie.

Un DUT ayant fait l'objet d'un essai individuel de série doit être utilisé. Le DUT doit être à l'état de veille et présenter une température interne proche de la température de fonctionnement du point de consigne des éléments, comme spécifié par le fabricant.

À partir d'un SOC (état de charge) de 100 %, le DUT est mis en court-circuit avec un conducteur de courant maximal admissible adéquat et dont la résistance est inférieure à 5 mΩ jusqu'à ce que le courant diminue de sorte à être inférieur à 1 % du taux nominal de décharge du DUT ou jusqu'à ce que la protection contre les courts-circuits soit active.

L'essai est satisfaisant en l'absence de toutes les conditions suivantes.

B – Éclatement;

F – Incendie;

S – Danger de choc électrique (rupture diélectrique);

L – Fuite (externe à l'enveloppe du DUT);

R – Rupture de l'enveloppe du DUT provoquant une exposition à des matériaux dangereux;

P – Perte des commandes de protection;

E – Émission de gaz inflammables/toxiques.

6.3.3 Essai d'exposition externe au feu

Cet essai a pour objet d'assurer la sécurité lorsque le module ou la batterie est exposé(e) à un incendie externe.

Le DUT doit être à un SOC de 100 % pour cet essai. Avant l'exposition à l'incendie externe, les échantillons du DUT doivent être chauffés de sorte que la température des éléments soit la température de fonctionnement du point de consigne en état de veille.

Le DUT doit être exposé à un incendie d'heptane provenant d'un bac situé en dessous du DUT, comme représenté à la Figure 3 pendant au moins 30 min. Pour assurer un chauffage uniforme du DUT et une protection du bac à combustible, la partie inférieure du bac doit comprendre une couche d'eau sur laquelle flotte le combustible. La quantité de combustible doit suffire à permettre à la flamme, dans des conditions de combustion libre, d'être entretenue pendant toute la durée de l'essai.

Le DUT doit être entièrement soutenu et centré au-dessus du bac à confinement des incendies au-dessus de la surface d'heptane, de sorte que sa surface inférieure soit située au maximum à 100 mm de la surface du combustible. La structure de support du DUT doit être suffisamment robuste pour résister au poids du DUT pendant la durée de l'essai sans que le DUT penche ou bascule.

Le bac doit dépasser la projection horizontale du DUT d'au moins 20 cm et doit être suffisamment haut pour contenir de l'eau et du combustible. Il convient de placer le bac à combustible ou le DUT et son châssis de support sur un certain type de voie de sorte qu'il puisse être retiré du feu après l'exposition de 30 min, étant donné qu'il peut s'avérer difficile d'éteindre le combustible dans de brefs délais.

Si l'essai est effectué en plein air, une protection suffisante contre le vent doit être assurée et la vitesse du vent au niveau du bac ne doit pas dépasser 2,5 km/h. L'essai doit être effectué à une température ambiante d'au moins 0 °C.

L'essai est constitué de trois phases, de A à C:

- Phase A: Préchauffage (Figure 2):

Le combustible dans le bac doit être enflammé à une distance d'au moins 3 m de l'appareil à l'essai. Après un préchauffage de 60 s, le bac doit être placé sous l'appareil à l'essai. Si la taille du bac est trop importante pour le déplacer sans risque de déversement de liquide, etc., l'appareil soumis à l'essai et l'installation d'essai peuvent plutôt être déplacés sur le bac. Lorsque la taille du bac est trop importante et que le DUT est trop lourd et/ou volumineux pour être déplacé en toute sécurité, il est admis d'effectuer l'intégralité de l'essai directement selon la disposition représentée à la Figure 3 pendant la durée totale de préchauffage et d'exposition directe.

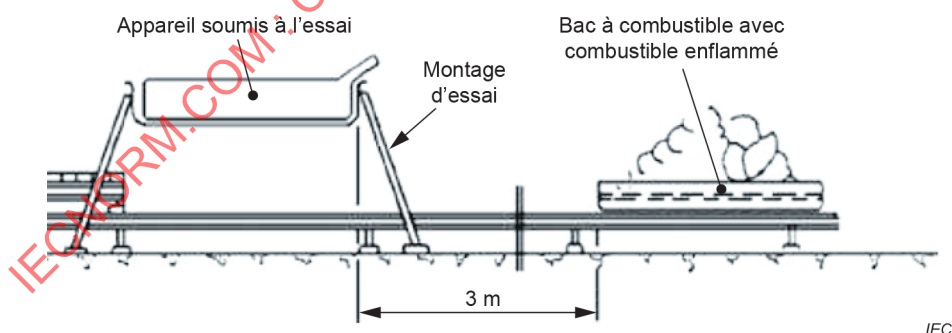


Figure 2 – Essai d'exposition au feu: préchauffage

- Phase B: Exposition directe à la flamme (Figure 3):

L'appareil soumis à l'essai doit être exposé à la flamme émanant de la combustion libre du combustible pendant 30 min.