

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-metal hydride cells and batteries for use in industrial applications –
Part 2: Safety**

**Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide –
Accumulateurs étanches au nickel-métal hydrure destinés à l'utilisation dans
les applications industrielles –
Partie 2: Sécurité**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2021 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 Varembé
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

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 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

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.



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-metal hydride cells and batteries for use in industrial applications –
Part 2: Safety**

**Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide –
Accumulateurs étanches au nickel-métal hydrure destinés à l'utilisation dans les applications industrielles –
Partie 2: Sécurité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.30

ISBN 978-2-8322-9132-0

**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 and definitions	6
4 Parameter measurement tolerances	9
5 General safety considerations	10
5.1 General	10
5.2 Insulation and wiring	10
5.3 Venting	10
5.4 Temperature, voltage and current management	10
5.5 Terminal connectors	11
5.6 Assembly of cells into batteries	11
5.7 Quality plan	11
5.8 Type test conditions	11
5.9 Test items	11
6 Specific requirements and tests	12
6.1 General	12
6.2 Preliminary preparation for test purposes	13
6.3 Insulation	13
6.4 Intended use	13
6.4.1 Vibration	13
6.4.2 Enclosure stress at high ambient temperature	14
6.4.3 Temperature cycling	14
6.5 Reasonably foreseeable misuse	15
6.5.1 External short-circuit test	15
6.5.2 Drop test	15
6.5.3 Mechanical shock (crash hazard)	16
6.5.4 Thermal abuse test	16
6.5.5 Crush	16
6.5.6 Low pressure	17
6.5.7 Overcharge test	17
6.5.8 Reverse charge test.....	18
7 Battery system safety (considering functional safety)	18
7.1 Battery management system (BMS) (or battery management unit) – Requirements for the BMS	18
7.2 Overheating control (battery system)	19
8 EMC	20
9 Information for safety	20
10 Marking and designation	20
Annex A (informative) Battery system safety (considering functional safety) – General requirements	21
Bibliography	22
Figure 1 – Temperature profile for 6.4.3 – Temperature cycling test	15
Figure 2 – Examples of BMS locations and battery system configurations	19

Table 1 – Sample size for type tests	12
Table 2 – Level of accessibility test	13
Table 3 – Drop test conditions	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SECONDARY CELLS AND BATTERIES CONTAINING
ALKALINE OR OTHER NON-ACID ELECTROLYTES –
SEALED NICKEL-METAL HYDRIDE CELLS AND BATTERIES
FOR USE IN INDUSTRIAL APPLICATIONS –**

Part 2: Safety**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 63115-2 has been prepared by subcommittee 21A: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes, of IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

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

FDIS	Report on voting
21A/735/FDIS	21A/743/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.

A list of all parts in the IEC 63115 series, published under the general title *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-metal hydride cells and batteries for use in industrial applications*, 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.

SECONDARY CELLS AND BATTERIES CONTAINING ALKALINE OR OTHER NON-ACID ELECTROLYTES – SEALED NICKEL-METAL HYDRIDE CELLS AND BATTERIES FOR USE IN INDUSTRIAL APPLICATIONS –

Part 2: Safety

1 Scope

This document specifies designations, tests and requirements for the safe operation of sealed nickel-metal hydride cells and batteries used in industrial applications excluding road vehicles.

When an IEC International Standard specifying test conditions and requirements for cells used in special applications is in conflict with this document, the former takes precedence (e.g. IEC 62675).

Since this document covers batteries for various industrial applications, it includes those requirements which are common and minimum to the various applications.

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 60050-482, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 482: Primary and secondary cells and batteries* (available at www.electropedia.org)

IEC 63115-1:2020, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-metal hydride cells and batteries for use in industrial applications – Part 1: Performance*

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-482, IEC 63115-1, ISO/IEC Guide 51, 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

safety

freedom from unacceptable risk

[SOURCE: IEC 60050-903:2013, 903-01-19]

3.2**risk**

combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm

[SOURCE: IEC 60050-903:2013, 903-01-07, modified – The note has been omitted.]

3.3**harm**

physical injury or damage to the health of people, or damage to property or the environment

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-57-02]

3.4**hazard**

potential source of harm

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-57-01, modified – The note has been omitted.]

3.5**intended use**

use of a product, process or service in accordance with the specifications, instructions and information provided by the supplier

[SOURCE: IEC 60050-903:2013, 903-01-13, modified – The words "specifications" and "instructions" have been added and "for use" omitted.]

3.6**reasonably foreseeable misuse**

use of a product, process or service in a way not intended by the supplier, but which may result from readily predictable human behaviour

[SOURCE: IEC 60050-903:2013, 903-01-14]

3.7**cell****sealed nickel-metal hydride cell**

cell containing a nickel hydroxide compound for the positive electrode, a hydrogen absorbing alloy for the negative electrode, and potassium hydroxide or other alkaline solution as electrolyte, and not releasing either gas or liquid when operated within the limits specified by the manufacturer

Note 1 to entry: A sealed cell may be equipped with a safety device to prevent a dangerously high internal pressure and is designed to operate during its life in its original sealed state. See IEC 60050-482:2004, 482-05-17.

3.8**cell block**

group of cells connected together in parallel configuration with or without protective devices (e.g. fuse or PTC (positive temperature coefficient)) and monitoring circuitry

3.9**monobloc**

battery with multiple separate but electrically connected cell compartments each of which is designed to house an assembly of electrodes, electrolyte, terminals or interconnections and possible separators

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-17, modified – "battery" has been omitted from the term and the note to entry deleted.]

3.10

module

group of cells connected together either in series and/or parallel configuration with or without protective devices (e.g. fuse or PTC) and monitoring circuitry

3.11

battery pack

energy storage device comprised of one or more cells, monoblocs or modules electrically connected

Note 1 to entry: A battery pack may have a monitoring circuitry which provides information (e.g. cell voltage) to a battery system.

3.12

battery system

battery

system which comprises one or more cells, cell blocks, monoblocs, modules or battery packs

Note 1 to entry: The battery system has a battery management system to cut off current in case of overcharge, overcurrent, overdischarge, or overheating.

Note 2 to entry: Overdischarge cut off is not mandatory if there is an agreement on this between the cell manufacturer and the customer.

Note 3 to entry: The battery system may have cooling or heating units.

Note 4 to entry: The battery system may be enclosed in a battery box.

3.13

battery enclosure

enclosure

physical construction which separates the battery or battery system from its external environment

3.14

battery management system

BMS

electronic system associated with a battery which has functions to cut off in case of overcharge, overcurrent, overdischarge, and overheating

Note 1 to entry: The BMS monitors and/or manages its state, calculates secondary data, reports that data and/or controls its environment to influence the battery's safety, performance and/or service life.

Note 2 to entry: The function of the BMS can be assigned to the battery pack or to equipment that uses the battery (see Figure 2).

Note 3 to entry: The BMS can be divided and it can be found partially in the battery pack and partially on the equipment that uses the battery (see Figure 2).

Note 4 to entry: The BMS is sometimes also referred to as a BMU (battery management unit).

3.15

final voltage

specified voltage of a battery at which the battery discharge is terminated

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-30, modified – The synonyms "end-of-discharge voltage", "cut-off voltage" and "end-point voltage" have been omitted.]

3.16

nominal voltage

suitable approximate value of the voltage used to designate or identify the voltage of a cell or battery

Note 1 to entry: The nominal voltage of a sealed nickel-metal hydride rechargeable single cell is 1,2 V.

Note 2 to entry: The nominal voltage of a battery of n series connected cells is equal to n times the nominal voltage of a single cell.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31, modified – The words "the voltage of" have been added; the notes to entry have been added and the reference to electrochemical systems has been omitted.]

3.17

rated capacity

capacity value of a cell or battery determined under specified conditions and declared by the manufacturer

Note 1 to entry: The rated capacity is the quantity of electricity in C_5 Ah (ampere-hours) declared by the manufacturer which a single cell can deliver when discharged at the reference test current of 0,2 I_A to a specified final voltage, after charging, storing and discharging under specified conditions.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modified – "cell" has been added to the definition, along with a note to entry.]

3.18

explosion

failure that occurs when a cell, module, or monobloc container opens violently as a result of a sudden increase of pressure and temperature in cell due to exothermic reaction and major components are forcibly expelled

3.19

rupture

mechanical failure of a cell, monobloc or battery induced by an internal or external cause, resulting in exposure or spillage but not ejection of materials

3.20

leakage

unplanned, visible escape of liquid electrolyte

[SOURCE: IEC 62133-1:2017, 3.9]

3.21

venting

release of excessive internal pressure from a cell, monobloc or battery in a manner intended by design to preclude rupture or explosion

4 Parameter measurement tolerances

The overall accuracy of controlled or measured values, relative to the specified or actual values, shall be within the following tolerances:

- a) $\pm 1 \%$ for voltage;
- b) $\pm 1 \%$ for current;
- c) $\pm 1 \%$ for capacity;
- d) $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ for temperature;
- e) $\pm 0,1 \%$ for time;
- f) $\pm 1 \%$ for dimension.

These tolerances comprise the combined accuracy of the measuring instruments, the measurement techniques used and all other sources of error in the test procedure.

The details of the instrumentation used shall be provided in each report of results.

5 General safety considerations

5.1 General

The safety of sealed nickel-metal hydride cells or batteries requires the consideration of two sets of applied conditions:

- a) intended use;
- b) reasonably foreseeable misuse.

The manufacturer can use "cell block(s) or monobloc(s)" instead of "cell(s)" for any test that specifies "cell(s)". The manufacturer can use "battery pack" instead of "battery" as the test unit in this document. The cell manufacturer shall clearly declare the test unit for each test.

Cells or batteries shall be so designed and constructed that they are safe under conditions of both intended use and reasonably foreseeable misuse. It may also be expected that cells or batteries subjected to intended use shall not only be safe but shall continue to be functional in all respects.

It is expected that cells or batteries subjected to misuse may fail to function. However, even if such a situation occurs, they shall not present any significant hazards.

Potential hazards which are the subject of this document are:

- a) fire,
- b) explosion,
- c) electrical shock hazards,
- d) venting (such as H₂ gas),
- e) rupture of the casing of a cell or battery with exposure of internal components,
- f) leakage.

5.2 Insulation and wiring

The insulation resistance between the positive terminal and externally exposed electrically active surfaces of the battery shall protect against shock hazard.

Internal wiring and insulation should be sufficient to withstand the maximum anticipated current, voltage and temperature requirements. The orientation of wiring should be such that adequate clearances and creepage distances are maintained between conductors as per the intended application standard (or if unknown, as per IEC 60664-1). The mechanical integrity of internal connections should be sufficient to accommodate conditions of reasonably foreseeable misuse (i.e. solder alone is not considered a reliable means of connection). Adequate clearances and creepage distances as noted above shall also be maintained on control boards and other areas within the battery.

5.3 Venting

Battery cases and cells shall incorporate a pressure relief mechanism or shall be so constructed that they will relieve excessive internal pressure at a value and rate that will preclude rupture, explosion and self-ignition. If encapsulation is used to support cells within an outer case, the type of encapsulating and the method of encapsulation shall neither cause the battery to overheat during normal operation nor inhibit pressure relief.

5.4 Temperature, voltage and current management

The design of batteries shall be such that abnormal temperature-rise conditions are prevented. Batteries shall be designed to be within temperature, voltage and current limits specified by the cell manufacturer. Batteries shall be provided with specifications and charging instructions for

equipment manufacturers so that associated chargers are designed to maintain charging within the temperature, voltage and current limits specified. Where necessary, applicable means can be provided to limit current and temperature to safe levels during charge and discharge.

The battery manufacturer shall declare the cell design type as per IEC 63115-1:2020, Table 1.

5.5 Terminal connectors

The size and shape of the terminal connectors shall be such to ensure that they can carry the maximum anticipated current. External terminal contact surfaces shall be formed from conductive materials with good mechanical strength and corrosion resistance (see appropriate corrosion tests, e.g. IEC 60068-2-60 and IEC 60068-2-11). Terminal connectors shall be arranged so as to minimize the risk of short circuits. Terminal connectors shall be marked to indicate polarity.

5.6 Assembly of cells into batteries

If there is more than one battery housed in a single battery enclosure, cells used in the assembly of each battery shall be of the same design, be of the same chemistry and be from the same manufacturer.

Manufacturers of cells shall specify current, voltage and temperature limits so that the battery manufacturer and/or designer may ensure proper design and assembly.

Batteries that are designed for the selective discharge of a portion of their series connected cells shall incorporate circuitry to prevent operation of cells outside the limits specified by the cell manufacturer.

5.7 Quality plan

The manufacturer shall prepare and implement a quality plan that defines procedures for the inspection of materials, components, cells and batteries and which covers the whole process of producing each type of cell or battery. Manufacturers should understand their process capabilities and should institute the necessary process controls as they relate to product safety.

5.8 Type test conditions

A battery system that is used outside of its operating region may exhibit hazards originating from the cells or batteries. Such risks shall be taken into consideration in order to prepare a safe test plan.

The test facility should have a sufficient structural integrity and a fire suppression system to contain the conditions of overpressure and fire that may occur as a result of testing. The facility should have a ventilation system to dilute gas which might be produced during the tests. Consideration should be given to high voltage hazards when applicable.

5.9 Test items

Tests items are specified in Table 1, using cells or batteries that are not more than six months old. Unless otherwise specified, tests are carried out in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Test conditions are for type tests only and do not imply that intended use includes operation under these conditions. Similarly, the limit of six months is introduced for consistency and does not imply that cell and battery system safety is reduced after six months.

Table 1 – Sample size for type tests

Test items		Test unit (see 6.1)	
Test		Cell	Battery
		(see b)	(see a and c)
6.4.1	Vibration	R	R
6.4.2	Enclosure stress at high ambient temperature	-	R
6.4.3	Temperature cycling	R	-
6.5.1	External short-circuit test	R	R
6.5.2	Drop test	R	R
6.5.3	Mechanical shock (crash hazard)	R	R
6.5.4	Thermal abuse test	R	-
6.5.5	Crush	R	-
6.5.6	Low pressure	R	-
6.5.7	Overcharge test (see d)	R	R
6.5.8	Reverse charge test	R	-
"R" = required (minimum of 1)			
"- " = unnecessary or not applicable			
<p>a The manufacturer can use "battery" instead of "cell" at any test that specifies "cell(s)" as the test unit in this document if the test can be conducted for both battery and cell. The manufacturer clearly declares the test unit for each test. If it is difficult to divide the small parts in the battery, the battery can be tested as a representative of the cell. The manufacturer can add functions which are present in the final battery system to the tested unit. The manufacturer shall clearly declare the tested unit.</p> <p>b The manufacturer can use "cell block or monobloc" instead of "cell" at any test that specifies "cell(s)" as the test unit in this document. The tested unit is declared clearly by the manufacturer.</p> <p>c If a battery system is divided into smaller units the unit can be tested as a representative of the battery system. The manufacturer can add functions which are present in the final battery system to the tested unit. The tested unit is declared clearly by the manufacturer.</p> <p>d The test is performed with those batteries that are provided with only a single control or protection for charging voltage control.</p>			

6 Specific requirements and tests

6.1 General

If tests have already been performed on a battery, their results can be accepted as equivalent for batteries of the same type.

An equivalent battery means that it is the same battery type.

The type of change that might be considered to differ from a tested type, such that it might lead to failure of any of the test results, may include, but is not limited to:

- 1) a change in the material of the anode, the cathode, the separator or electrolyte;
- 2) a change of protective devices, including hardware and software;
- 3) a change of safety design in cells or batteries, such as a venting valve;
- 4) a change in the number of cells in the battery;
- 5) a change in the connecting mode of cells.

6.2 Preliminary preparation for test purposes

Prior to charging, the cells or batteries shall be fully discharged in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, at a constant current of $0,2\text{ }I_t\text{A}$, down to $1,0\text{ V}$ per cell.

Unless otherwise stated in this document, cells or batteries shall be fully charged in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, using the method as specified in IEC 63115-1:2020, 7.2 for the cell design type as declared by the manufacturer.

Charge and discharge currents for the tests shall be based on the rated capacity, ($C_5\text{ Ah}$). These currents are expressed as multiples of $I_t\text{A}$, where $I_t\text{A} = C_5\text{ Ah}/1\text{ h}$.

6.3 Insulation

The insulation resistance between the positive terminal and externally exposed metal surfaces of the battery excluding electrical contact surfaces shall be not less than $100\text{ k}\Omega$ at 500 V DC when measured 60 s after applying the voltage.

For evaluating limits for accessibility to electrically active surfaces, the applicable access probe test as shown in Table 2 is conducted. Refer to IEC 61032 and IEC 60529 for details, including type of access probe to use, and how to evaluate for the various IP levels noted in Table 2.

Table 2 – Level of accessibility test

IPXX	Level of protection	DC Voltage
1	Not > 50 mm, prevent access by hand	< 60 V
2	Not > 12,5 mm, prevent access by finger	> 60 V
3	Not > 2,5 mm, prevent access by screwdriver	> 160 V
4	Not > 1 mm, prevent access by wire	> 500 V
5	Dust protected	
6	Dust tight	

6.4 Intended use

6.4.1 Vibration

a) Purpose

Vibration encountered during transportation shall not cause leakage, fire or explosion.

b) Test

Fully charged cells or batteries according to 6.2 are firmly secured to the platform of the vibration machine in such a manner as to faithfully transmit the vibration, without distorting the cells. The vibration shall be a sinusoidal waveform with a logarithmic sweep between 7 Hz and 200 Hz and back to 7 Hz within 15 min . This cycle shall be repeated 12 times for a total of 3 h for each of three mutually perpendicular mounting positions of the cell. One of the directions of vibration shall be perpendicular to the terminal face.

A peak acceleration of $1\text{ }g_n$ is to be maintained from 7 Hz to 18 Hz . The amplitude is then maintained at $0,8\text{ mm}$ ($1,6\text{ mm}$ total excursion) and the frequency increased until a peak acceleration of $1,4\text{ }g_n$ occurs (at approximately 20 Hz). A peak acceleration of $1,4\text{ }g_n$ is then maintained until the frequency is increased to 200 Hz .

c) Requirements

No fire, no explosion, no leakage.

6.4.2 Enclosure stress at high ambient temperature

a) Purpose

Internal components of batteries shall not be exposed during use at high temperature. This requirement only applies to batteries within an enclosure.

b) Test

Fully charged batteries according to 6.2 are exposed to a moderately high temperature to evaluate case integrity. The battery is placed in a circulating air convection oven at a temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. The batteries remain in the oven for 7 h, after which they are removed and allowed to return to room temperature.

c) Requirements

No physical distortion of the battery enclosure that compromises the designed safety features specified by the manufacturer (such as Ingress Protection (IP) rating, fire barrier rating, insulation resistance, etc.).

6.4.3 Temperature cycling

a) Purpose

Repeated exposure to high and low temperatures shall not cause leakage, fire or explosion.

b) Test

According to the following procedure and the profile shown in Figure 1. Cells which are fully charged in accordance with 6.2 are subjected to temperature cycling (-20 °C , $+70\text{ °C}$), in forced draught chambers, according to the following procedure:

Step 1: Place the cells in an ambient temperature of $+70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ for 4 h.

Step 2: Change the ambient temperature to $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ within 30 min and maintain at this temperature for a minimum of 2 h.

Step 3: Change the ambient temperature to $-20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ within 30 min and maintain at this temperature for 4 h.

Step 4: Change the ambient temperature to $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ within 30 min and maintain at this temperature for a minimum of 2 h.

Step 5: Repeat steps 1 to 4 for a further four cycles. Transition from step 4 to step 1 within 30 min.

Step 6: After the fifth cycle, store the cells and conduct a visual check after a rest period of at least 24 h.

This test can be performed in a single chamber whose temperature is changed or in three separate chambers at three different test temperatures.

c) Requirements

No fire, no explosion, no leakage.

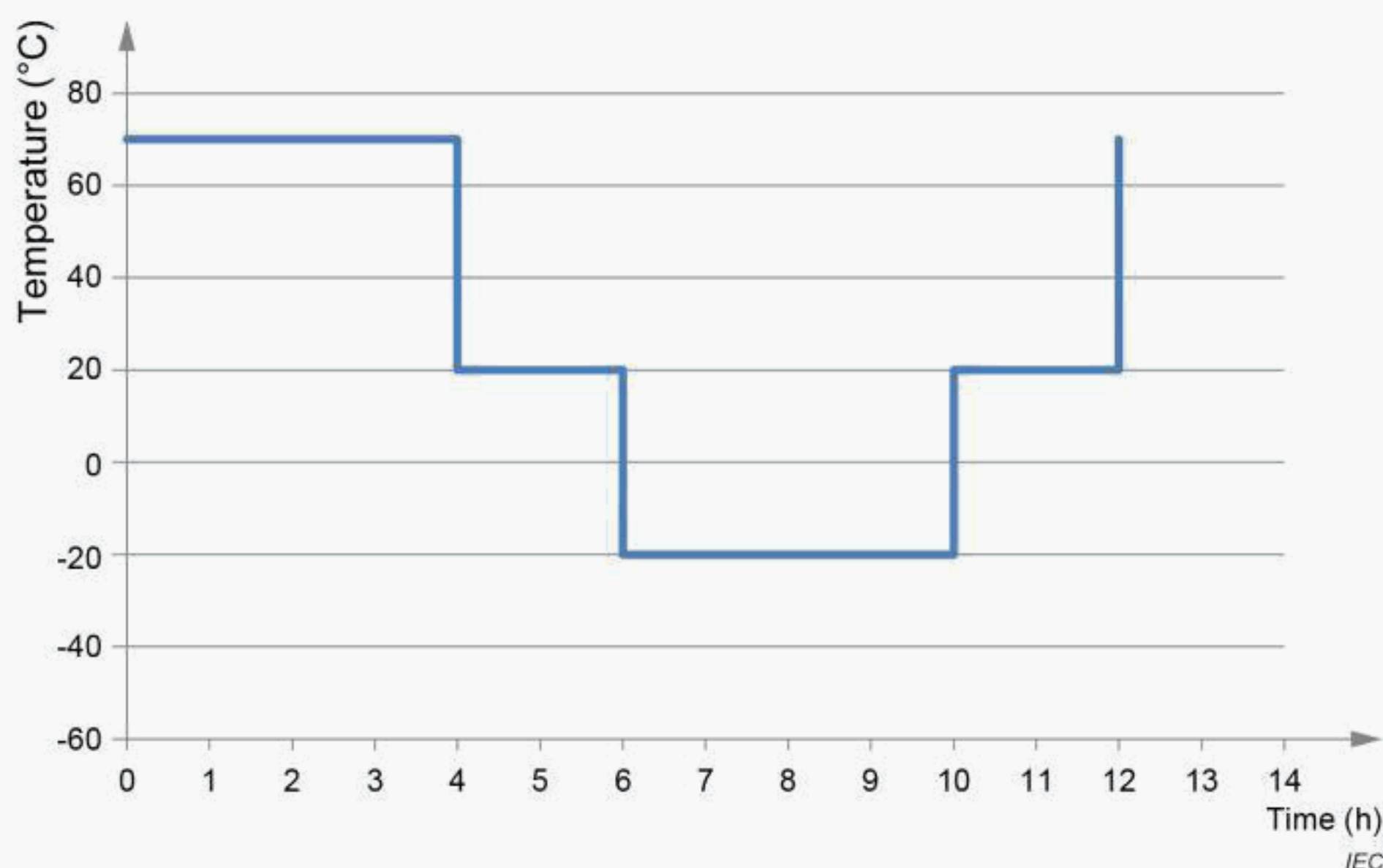


Figure 1 – Temperature profile for 6.4.3 – Temperature cycling test

6.5 Reasonably foreseeable misuse

6.5.1 External short-circuit test

a) Purpose

Short-circuit between the positive and negative terminals shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each cell, fully charged according to the procedure set out in the second paragraph of 6.2 is stored in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. While still in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, each cell or battery is then short-circuited by connecting the positive and negative terminals with a total external resistance of $80\text{ m}\Omega \pm 20\text{ m}\Omega$. Alternatively, the total external resistance obtained is determined by calculating the resistance of a $0,2\text{ m}\Omega$ resistor per cell (to be multiplied by the number of cells when series-connected cells are being tested). The manufacturer shall clearly declare the value of the total external resistance in this test. The cell or battery remains in testing for 24 h or until the case temperature of the cell or battery declines by 20 % of the maximum temperature rise, whichever occurs sooner. However, in case of rapid decline in the short-circuit current, the cell or battery should remain in testing for an additional 1 h after the current reaches a low steady state condition where, typically, the individual cell voltage (series cells only) of the cell or battery is below 0,8 V and has decreased by less than 0,1 V in a 30 min period.

c) Requirements

No explosion, no fire

6.5.2 Drop test

a) Purpose

Dropping the cell or battery shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell or battery in accordance with 6.2 shall be discharged at a constant current of $0,2\text{ ItA}$, to a state of charge for installation or maintenance which is specified by the manufacturer. Unless otherwise specified by the manufacturer, tests are carried out without discharging after charging as per 6.2. The test unit is dropped once from a height shown in Table 3 onto a flat concrete or metal floor. The test shall be performed with the test unit as a whole dropped in the bottom down direction. The bottom surface of the test unit is specified by the manufacturer. After the test, the test units shall be left to rest for a minimum of 1 h, and then a visual inspection shall be performed.

c) Requirements

No explosion, no fire.

Table 3 – Drop test conditions

Mass of the test unit	Height of drop
Less than 50 kg	10,0 cm
50 kg or more but less than 100 kg	5,0 cm
100 kg or more	2,5 cm

In the case of a metal floor, appropriate measures should be taken to avoid external short circuit of cell or battery with the floor.

6.5.3 Mechanical shock (crash hazard)

a) Purpose

Shocks encountered during handling or transportation shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each cell or battery fully charged as per 6.2 is secured to the testing machine by means of a rigid mount which supports all mounting surfaces of the cell or battery. The cell or battery is subjected to a total of three shocks of equal magnitude. The shocks are applied in each of three mutually perpendicular directions. At least one of them shall be perpendicular to a flat face. For each shock the cell or battery is accelerated in such a manner that during the initial 3 ms the minimum average acceleration is 490 m/s^2 ($50 g_n$). Cells or batteries are tested in an ambient temperature of $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. After the test, the sample shall be left to rest for a minimum of 1 h and then a visual inspection shall be performed.

Otherwise, for a cell or battery weighing over 100 kg, this test may not be required as per the agreement between customer and manufacturer.

c) Requirements

No fire, no explosion.

6.5.4 Thermal abuse test

a) Purpose

An elevated temperature exposure shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell or battery as per 6.2, stabilized in an ambient temperature of $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, is placed in a gravity or circulating air convection oven.

The oven temperature is raised at a rate of $5^\circ\text{C}/\text{min} \pm 2^\circ\text{C}/\text{min}$ to a temperature that depends on cell case material as follows:

- 1) Steel: $130^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$,
- 2) Plastic: $85^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

The cell or battery remains at this temperature for 30 min before the test is discontinued.

c) Requirements

No fire, no explosion.

6.5.5 Crush

a) Purpose

Severe crushing of a cell shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell as per 6.2 is crushed between two flat surfaces. The force for the crushing is applied by a device exerting a force of $13 \text{ kN} \pm 0,78 \text{ kN}$. The crushing is performed in a manner that will cause the most adverse result. Once the maximum force has been applied, or an abrupt voltage drop of one-third of the original voltage has been obtained, the force is released.

A cylindrical or prismatic cell is crushed with its longitudinal axis parallel to the flat surfaces of the crushing apparatus. A prismatic cell is crushed with its widest side parallel to the flat surfaces of the crushing apparatus.

c) Requirements

No fire, no explosion.

6.5.6 Low pressure

Low pressure testing of cells.

a) Purpose

Low pressure (for example, during transportation in an aircraft cargo hold) shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell as per 6.2 is placed in a vacuum chamber, in an ambient temperature of $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. Once the chamber has been sealed, its internal pressure is gradually reduced to a pressure equal to or less than 11,6 kPa (this simulates an altitude of 15,24 km) and is held at that value for 6 h.

c) Requirements

No fire, no explosion.

6.5.7 Overcharge test

This test is performed to verify the safety performance of the cell or battery in the event of overcharge.

a) Purpose

Charging for longer periods and at a specified current rate related to the cell design type as declared by the manufacturer shall not cause an explosion or fire.

b) Test

The tests preceding this test shall be carried out in an ambient temperature of $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. Each test cell or battery shall be discharged at a constant current of 0,2 I_t A until it reaches a voltage of 1,0 V.

The cell or battery shall then be charged, in an ambient temperature of $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ at a constant current referring to the cell design type in accordance with IEC 63115-1:2020, 7.2 for 250 % charge input (250 % of the rated capacity) using the method declared by the manufacturer. The charging currents for this test shall therefore reflect the choice of charging current, according to the battery manufacturer recommendation.

Then, the charging is terminated. The voltage and temperature should be monitored during the test.

The test shall be continued until the temperature of the cell surface reaches steady state conditions (less than 10°C change in a 30 min period) or returns to ambient temperature.

c) Requirements

No explosion, no fire.

6.5.8 Reverse charge test

a) Purpose

A cell shall withstand a reverse charge without causing an explosion or fire.

b) Test

The test shall be carried out in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Each test cell shall be discharged at a constant current of $0,2\text{ ItA}$ until it reaches a voltage of $1,0\text{ V}$.

A discharged cell is subject to a reverse charge condition of $1,0\text{ ItA}$ for 90 min.

In the case of a monobloc, a reverse charge condition of $0,2\text{ It}$ for 7,5 h may be adopted instead of the reverse charge condition in b) above.

Then, the reverse charging is terminated. The voltage and temperature should be monitored during the test.

The test shall be continued until the temperature of the cell surface reaches steady state conditions (less than 10 °C change in a 30 min period) or returns to ambient temperature.

c) Requirements

No explosion, no fire.

7 Battery system safety (considering functional safety)

7.1 Battery management system (BMS) (or battery management unit) – Requirements for the BMS

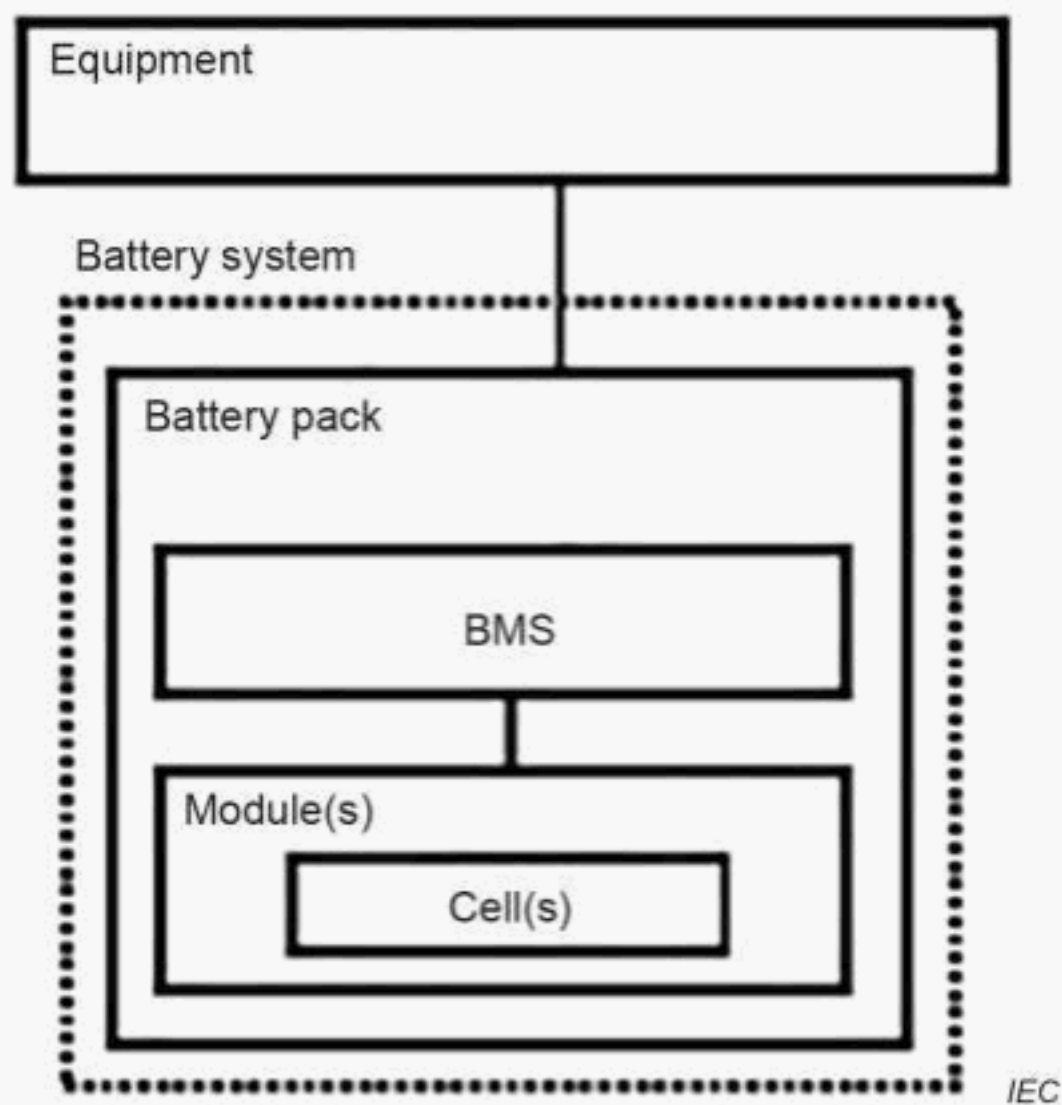
The BMS evaluates the condition of cells and batteries, and it maintains cells and batteries. The BMS shall be designed according to the safety integrity level (SIL) or other safety class methodology. See Annex A for guidance on functional safety and safety analysis.

To evaluate the charge control that affects safety, the battery system manufacturer shall perform the tests mentioned in 7.2.

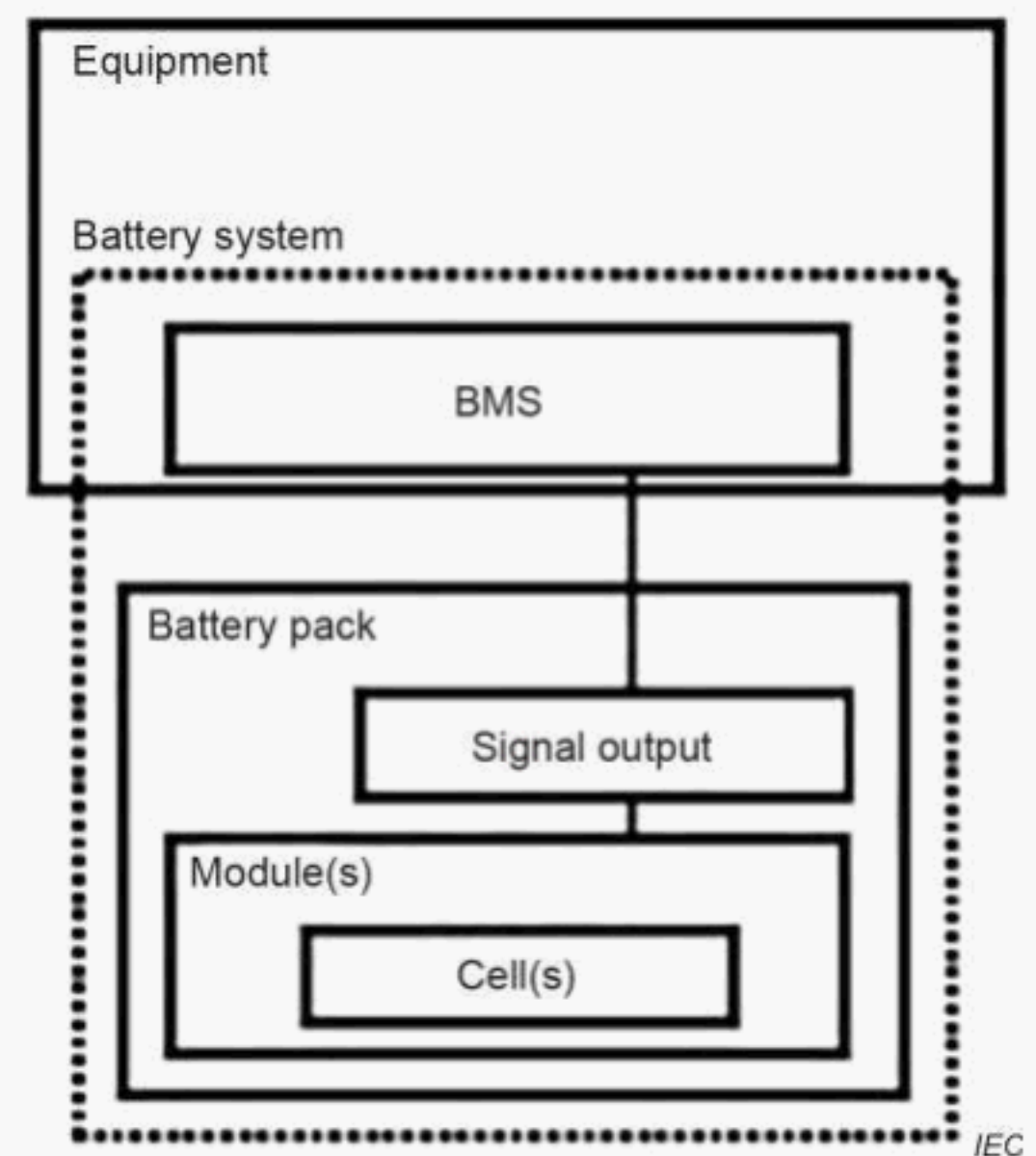
For these tests, the battery system also includes the BMS function in the equipment that uses the battery, if applicable to the design.

NOTE 1 The function of the BMS can be assigned to the battery pack or to the equipment that uses the battery. See Figure 2.

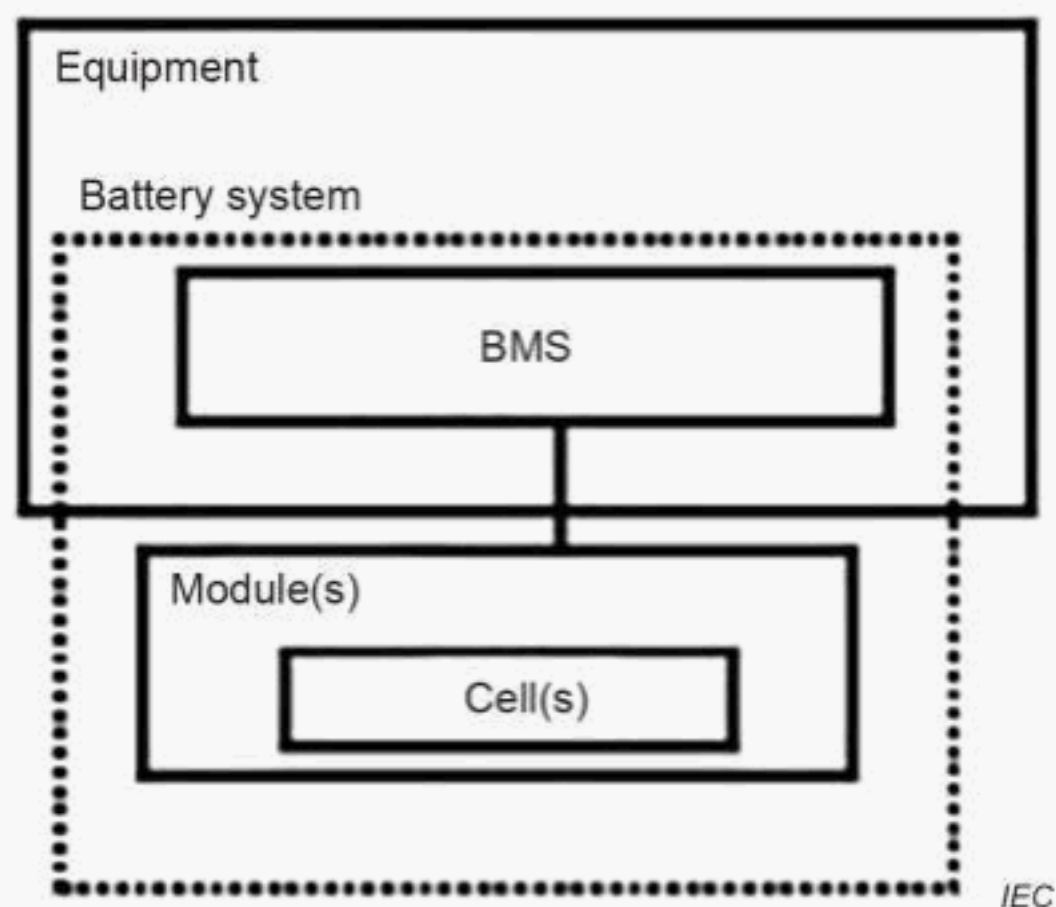
NOTE 2 The BMS can be divided and it can be found partially in the battery pack and partially on the equipment that uses the battery. See Figure 2. Refer to the corresponding equipment application standard (e.g. for railways: IEC 62973-4).



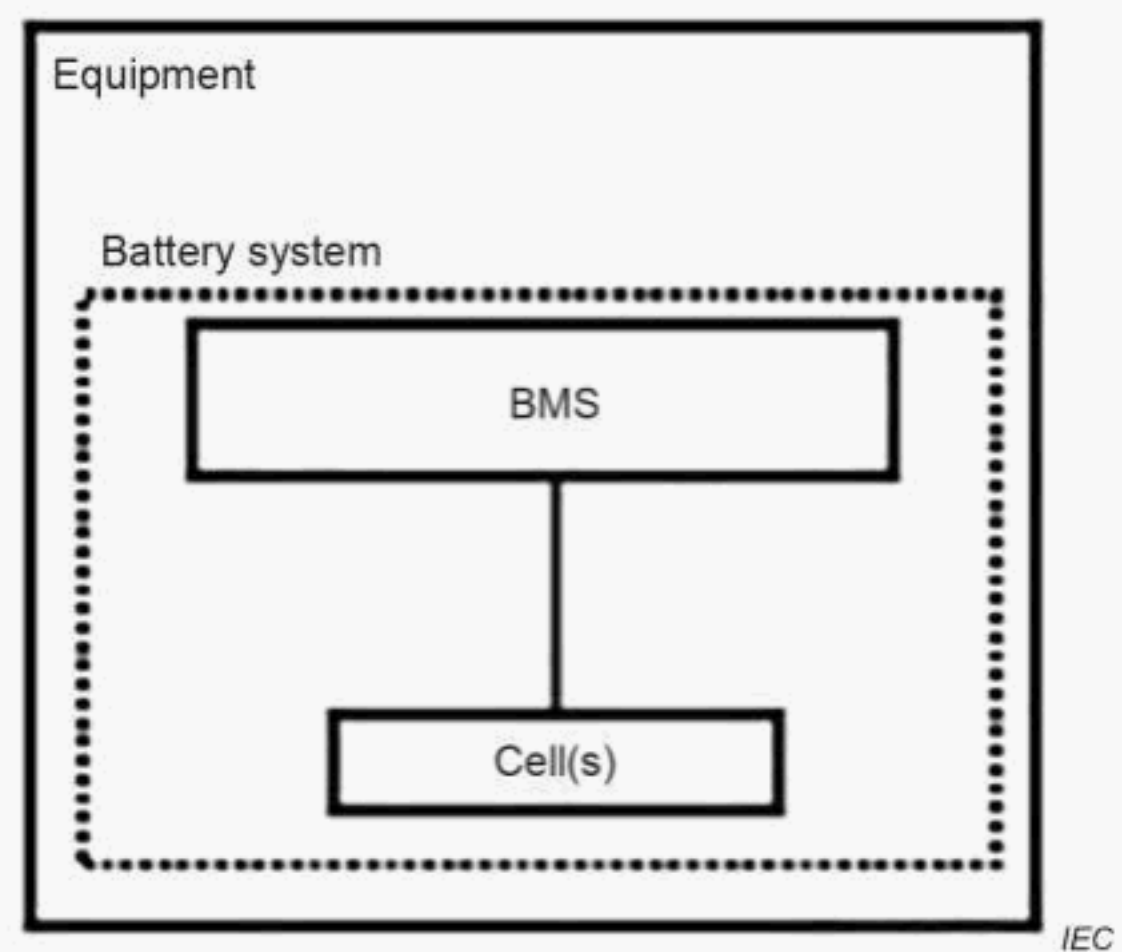
a) All functions of BMS are in the battery pack



b) BMS functions are divided between battery pack and equipment side



c) Combination of equipment with BMS and module(s)



d) Equipment includes all BMS functions and cell(s)

Figure 2 – Examples of BMS locations and battery system configurations

7.2 Overheating control (battery system)

a) Purpose

The BMS shall terminate charging when the temperature of the cells and/or battery exceeds the upper limit that is specified by the cell manufacturer.

b) Test

The test shall be carried out in an initial ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and under normal operating conditions (main contactors are closed with battery system being controlled by the BMS) on the battery system, with the exception of its cooling system, if provided, which shall be disconnected. Each test battery system shall be discharged at a constant current of $0,2\text{ A}$ down to $1,0\text{ V}$ per cell. Sample batteries shall then be charged at the recommended current corresponding to the type of cell design to a 50 % state of charge. The temperature of the battery system shall be increased to 5 °C above the maximum operating temperature as declared by the cell manufacturer. The charging is continued at the elevated temperature until the BMS terminates the charging. Data acquisition and/or monitoring shall be continued for 1 h after the sequence is stopped (e.g. the BMS has terminated charging).

c) Requirements

The BMS shall detect the overheat temperature and shall terminate charging in order to protect the battery system against further related severe effects. All functions of the battery system shall be fully operational as designed during the test.

No explosion, no fire.

8 EMC

The battery system fulfils the EMC requirements of each type of application equipment in which it will be used, such as stationary, traction, or railway applications, or the specific requirements agreed between the final product manufacturer and the supplier. The EMC test should be conducted on the final product.

9 Information for safety

The use, and particularly abuse, of cells and batteries can lead to hazards and can cause harm. The cell manufacturer shall provide information about current, voltage and temperature limits of their products. The battery system manufacturer shall provide information regarding how to mitigate hazards to equipment manufacturers and, in the case of direct sales, to end-users. It is the equipment manufacturer's responsibility to inform the end-users of the potential hazards arising from the use of equipment containing cells and batteries.

Relevant product information to mitigate risks shall be provided at all lifecycle stages by stakeholders involved in the manufacturing processes, including but not limited to, cell, battery system, and equipment manufacturers.

10 Marking and designation

The cells and batteries shall be marked in accordance with IEC 63115-1:2020.

Annex A (informative)

Battery system safety (considering functional safety) – General requirements

Reliance on electric, electronic and software controls and systems for critical safety should be subjected to analysis for functional safety.

IEC 61508 (all parts), Annex H of IEC 60730-1:2013 or other suitable functional safety standards for applications may be used as references.

A process hazard, risk assessment and mitigation of the battery system should be done by the battery system manufacturers (e.g. FTA, FMEA).

NOTE Guidance on safety analysis methods such as FMEA and FTA can be found in such documents as IEC 60812, IEC 61025, etc.

The procedure is as follows:

- a) hazard analysis;
- b) risk assessment;
- c) safety integrity level (SIL) or similar safety target.

Examples of hazards or risks are as follows: EMC, electric shock, water immersion, external short-circuit, internal short-circuit, overcharge, overheating, drop, crush, overdischarge, discharge with overcurrent, charging after an overdischarge, electrolyte leakage, ignition of emission gas, fire, earthquake, seismic sea wave, etc.

Bibliography

IEC 60050-903:2013, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 903: Risk assessment*

IEC 60068-2-11, *Basic environmental testing procedures – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-60, *Environmental testing – Part 2-60: Tests – Test Ke: Flowing mixed gas corrosion test*

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

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

IEC 60730-1:2013, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*

IEC 60812, *Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA)*

IEC 61025, *Fault tree analysis (FTA)*

IEC 61032:1997, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61434, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Guide to the designation of current in alkaline secondary cell and battery standards*

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

IEC 61511-1, *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements*

IEC 61513, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – General requirements for systems*

IEC 61951-2:2017, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary sealed cells and batteries for portable applications – Part 2: Nickel-metal hydride*

IEC 62061, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC 62133-1:2017, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications – Part 1: Nickel systems*

IEC 62675, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-metal hydride prismatic rechargeable cells*

IEC 62933-2-1:2017, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 2-1: Unit parameters and testing methods – General specification*

IEC TS 62933-5-1:2017, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 5-1: Safety considerations for grid-integrated EES systems – General specification*

IEC 62973-4, *Railway applications – Rolling stock – Batteries for auxiliary power supply systems – Part 4: Secondary sealed nickel-metal hydride batteries* ¹

IEC 62485-2:2010, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries*

ISO 9001:2015, *Quality management systems – Requirements*

¹ Under preparation.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	28
4 Tolérances de mesurage des paramètres	32
5 Considérations générales relatives à la sécurité	32
5.1 Généralités	32
5.2 Isolement et câblage	33
5.3 Échappement de gaz	33
5.4 Gestion de la température, de la tension et du courant	33
5.5 Bornes de connexion	33
5.6 Assemblage des éléments dans les batteries	33
5.7 Plan qualité	34
5.8 Conditions d'essais de type.....	34
5.9 Éléments soumis à l'essai	34
6 Exigences spécifiques et essais	35
6.1 Généralités	35
6.2 Préparation préliminaire aux essais	36
6.3 Isolement	36
6.4 Utilisation prévue	36
6.4.1 Vibration	36
6.4.2 Tension sur l'enveloppe à une température ambiante élevée	37
6.4.3 Cycle de température	37
6.5 Mauvais usage raisonnablement prévisible	38
6.5.1 Essai de court-circuit externe	38
6.5.2 Essai de chute	38
6.5.3 Choc mécanique (risque de chute)	39
6.5.4 Essai d'agression thermique	39
6.5.5 Écrasement	40
6.5.6 Basse pression	40
6.5.7 Essai de surcharge	40
6.5.8 Essai de charge inversée	41
7 Sécurité du système de batterie (compte tenu de la sécurité fonctionnelle)	41
7.1 Système de gestion de batterie (BMS) (ou unité de gestion de batterie) – Exigences relatives au BMS	41
7.2 Contrôle de surchauffe (système de batterie)	42
8 CEM	43
9 Informations relatives à la sécurité	43
10 Marquage et désignation	43
Annexe A (informative) Sécurité du système de batterie (compte tenu de la sécurité fonctionnelle) – Exigences générales	44
Bibliographie	45

Figure 1 – Profil de température pour 6.4.3 – Essai de cycle de température	38
Figure 2 – Exemples d'emplacements de BMS et de configurations de systèmes de batteries	42
Tableau 1 – Effectif d'échantillon pour les essais de type	35
Tableau 2 – Essai de niveau d'accessibilité	36
Tableau 3 – Conditions de l'essai de chute	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ACCUMULATEURS ALCALINS ET AUTRES ACCUMULATEURS À ÉLECTROLYTE NON ACIDE – ACCUMULATEURS ÉTANCHES AU NICKEL-MÉTAL HYDRURE DESTINÉS À L'UTILISATION DANS LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES –

Partie 2: Sécurité

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 63115-2 a été établie par le sous-comité 21A: Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide, du comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

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

FDIS	Rapport de vote
21A/735/FDIS	21A/743/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63115, publiées sous le titre général *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs étanches au nickel-métal hydrure destinés à l'utilisation dans les applications industrielles*, 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.

ACCUMULATEURS ALCALINS ET AUTRES ACCUMULATEURS À ÉLECTROLYTE NON ACIDE – ACCUMULATEURS ÉTANCHES AU NICKEL-MÉTAL HYDRURE DESTINÉS À L'UTILISATION DANS LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES –

Partie 2: Sécurité

1 Domaine d'application

Le présent document précise les désignations, les essais et les exigences pour le fonctionnement en sécurité des accumulateurs étanches au nickel-métal hydrure destinés à une utilisation dans les applications industrielles, à l'exception des véhicules routiers.

Lorsqu'une Norme internationale IEC spécifiant des conditions d'essai et des exigences pour des éléments destinés à des applications particulières est en contradiction avec le présent document, la publication particulière est appliquée en priorité (par exemple, l'IEC 62675).

Le présent document inclut les exigences communes et minimales pour plusieurs applications dans la mesure où il traite des batteries destinées aux différentes applications industrielles.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60050-482, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 63115-1:2020, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs étanches au nickel-métal hydrure destinés à l'utilisation dans les applications industrielles – Partie 1: Performances*

ISO/IEC Guide 51, *Aspects liés à la sécurité — Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-482, l'IEC 63115-1 et le guide 51 de l'ISO/IEC, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables 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

absence de risque inacceptable

[SOURCE: IEC 60050-903:2013, 903-01-19]

3.2

risque

combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité

[SOURCE: IEC 60050-903:2013, 903-01-07, modifiée – La note a été supprimée.]

3.3

dommage

blessure physique ou atteinte à la santé des personnes, ou dommage causé aux biens ou à l'environnement

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-57-02]

3.4

phénomène dangereux

source potentielle de dommage

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-57-01, modifiée – La note a été supprimée.]

3.5

utilisation prévue

utilisation d'un produit, procédé ou service conformément aux spécifications, instructions et informations données par le fournisseur

[SOURCE: IEC 60050-903:2013, 903-01-13, modifiée – Les termes "spécifications" et "instructions" ont été ajoutés et "d'utilisation" a été supprimé.]

3.6

mauvais usage raisonnablement prévisible

utilisation d'un produit, procédé ou service dans des conditions ou à des fins non prévues par le fournisseur mais qui peut provenir d'un comportement humain envisageable

[SOURCE: IEC 60050-903:2013, 903-01-14]

3.7

élément

élément d'accumulateur étanche au nickel-métal hydrure

élément contenant de l'hydroxyde de nickel dans l'électrode positive, un alliage absorbant l'hydrogène dans l'électrode négative, et de l'hydroxyde de potassium ou une autre solution alcaline comme électrolyte, et ne laissant échapper ni gaz ni liquide lorsqu'il fonctionne dans les limites spécifiées par le fabricant

Note 1 à l'article: Un élément étanche peut être équipé d'un dispositif de sécurité destiné à éviter toute pression interne dangereusement élevée et est conçu pour fonctionner toute sa vie dans ses conditions d'étanchéité initiales. Voir l'IEC 60050-482:2004, 482-05-17.

3.8

bloc d'éléments

groupe d'éléments connectés ensemble en parallèle avec ou sans dispositif de protection (fusible ou CTP (coefficient de température positif), par exemple) et circuit de surveillance

3.9

monobloc

batterie comportant plusieurs compartiments d'éléments séparés mais reliés électriquement, dont chacun est conçu pour renfermer un assemblage d'électrodes, d'électrolyte, de bornes ou d'interconnexions et éventuellement de séparateurs

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-17, modifiée – "batterie" a été supprimé du terme, ainsi que la note à l'article.]

3.10

module

groupe d'éléments connectés ensemble en série et/ou en parallèle avec ou sans dispositif de protection (fusible ou CTP, par exemple) et circuit de surveillance

3.11

groupe de batteries

dispositif de stockage de l'énergie, composé d'un ou de plusieurs éléments, monoblocs ou modules reliés électriquement

Note 1 à l'article: Il peut comporter des circuits de surveillance qui fournissent des informations (par exemple, la tension d'un élément) à un système de batterie.

3.12

système de batterie

batterie

système composé d'un ou de plusieurs éléments, blocs d'éléments, monoblocs, modules ou groupes de batteries

Note 1 à l'article: Le système de batterie comporte un système de gestion de batterie permettant de couper le courant en cas de surcharge, de surintensité, de décharge profonde ou de surchauffe.

Note 2 à l'article: La coupure en cas de décharge profonde n'est pas obligatoire s'il existe à cet effet un accord entre le fabricant d'éléments et le client.

Note 3 à l'article: Le système de batterie peut comprendre des unités de refroidissement ou de chauffage.

Note 4 à l'article: Le système de batterie peut être enfermé dans un boîtier de batterie.

3.13

enveloppe de batterie

enveloppe

construction physique séparant la batterie ou le système de batterie de son environnement externe

3.14

système de gestion de batterie

BMS

système électronique associé à une batterie qui possède les fonctions de coupure en cas de surcharge, de surintensité, de décharge profonde et de surchauffe

Note 1 à l'article: Le système de gestion de batterie surveille et/ou gère son état, calcule les données secondaires, signale ces données et/ou contrôle son environnement afin d'influencer la sécurité, les performances et/ou la durée de vie de la batterie.

Note 2 à l'article: La fonction du BMS peut être attribuée au groupe de batteries ou à l'équipement utilisant la batterie (voir la Figure 2).

Note 3 à l'article: Le BMS peut être fractionné et peut se trouver en partie dans le groupe de batteries et en partie sur l'équipement utilisant la batterie (voir la Figure 2).

Note 4 à l'article: Le terme abrégé "BMS" est parfois également désigné par "BMU" (*battery management unit* – unité de gestion de batterie).

Note 5 à l'article: Le terme abrégé "BMS" est dérivé du terme anglais développé correspondant "*battery management system*".

3.15

tension finale

tension spécifiée pour laquelle la décharge de la batterie est terminée

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-30, modifiée – Le synonyme "tension d'arrêt" a été supprimé.]

3.16

tension nominale

valeur approchée appropriée d'une tension, utilisée pour désigner ou identifier la tension d'un élément ou d'une batterie

Note 1 à l'article: La tension nominale d'un élément individuel d'accumulateur étanche au nickel-métal hydrure est de 1,2 V.

Note 2 à l'article: La tension nominale d'une batterie de n éléments connectés en série est égale à n fois la tension nominale de l'élément individuel.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31, modifiée – Les termes "la tension de" ont été ajoutés. Les notes à l'article ont été ajoutées et la référence aux systèmes électrochimiques supprimée.]

3.17

capacité assignée

valeur de la capacité d'un élément ou d'une batterie déterminée dans des conditions spécifiées et déclarée par le fabricant

Note 1 à l'article: La capacité assignée est la quantité d'électricité en C_5 Ah (ampères-heures) déclarée par le fabricant, qu'un élément est capable de restituer quand il est déchargé au courant d'essai de référence de 0,2 kA à une tension finale spécifiée après charge, repos et décharge, dans des conditions spécifiées.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modifiée – "élément" a été ajouté à la définition, ainsi qu'une note à l'article.]

3.18

explosion

défaillance survenant lorsqu'un élément, un module ou un bac monobloc s'ouvre violemment par suite d'une augmentation soudaine de la pression et de la température dans l'élément due à une réaction exothermique et que des composants importants sont expulsés par la force

3.19

rupture

défaillance mécanique d'un élément, d'un monobloc ou d'une batterie induite par une cause interne ou externe, qui conduit à une exposition des matériaux ou à l'échappement de liquide, mais non à une éjection de matériaux

3.20

fuite

perte visible, imprévue, d'électrolyte liquide

[SOURCE: IEC 62133-1:2017, 3.9]

3.21

échappement de gaz

libération de la pression interne excessive d'un élément, d'un monobloc ou d'une batterie, obtenue par conception, de manière à prévenir la rupture ou l'explosion

4 Tolérances de mesurage des paramètres

L'exactitude globale des valeurs contrôlées ou mesurées, par rapport aux valeurs spécifiées ou réelles, doit respecter les tolérances suivantes:

- a) $\pm 1 \%$ pour la tension;
- b) $\pm 1 \%$ pour le courant;
- c) $\pm 1 \%$ pour la capacité;
- d) $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pour la température;
- e) $\pm 0,1 \%$ pour le temps;
- f) $\pm 1 \%$ pour la dimension.

Ces tolérances comprennent l'exactitude composée des appareils de mesure, des techniques de mesure utilisées et de toutes les autres sources d'erreur liées à la méthode d'essai.

Les caractéristiques des appareils utilisés doivent être fournies dans chaque rapport de résultats.

5 Considérations générales relatives à la sécurité

5.1 Généralités

La sécurité des éléments ou batteries étanches au nickel-métal hydrure exige la prise en considération de deux ensembles de conditions appliquées:

- a) utilisation prévue;
- b) mauvais usage raisonnablement prévisible.

Le fabricant peut utiliser "bloc(s) d'éléments ou monobloc(s)" au lieu d'"élément(s)" pour tout essai spécifiant "élément(s)". Le fabricant peut utiliser "groupe de batteries" au lieu de "batterie" comme unité d'essai dans le présent document. Le fabricant d'éléments doit déclarer clairement l'unité d'essai pour chaque essai.

Les éléments et les batteries doivent être conçus et fabriqués de telle façon qu'ils soient sûrs dans des conditions à la fois d'utilisation prévue et de mauvais usage raisonnablement prévisible. Il peut également être admis ce qui suit: les éléments ou les batteries soumis à une utilisation prévue doivent non seulement être sûrs mais doivent aussi continuer à être fonctionnels en tous points.

Il est admis que les éléments ou les batteries soumis à un mauvais usage puissent ne pas fonctionner. Néanmoins, si une telle situation devait se produire, ils ne doivent présenter aucun phénomène dangereux significatif.

Les phénomènes dangereux potentiels traités dans le présent document sont les suivants:

- a) feu,
- b) explosion,
- c) dangers de choc électrique,
- d) échappement de gaz (tel que le gaz hydrogène H₂),
- e) rupture du boîtier d'un élément ou d'une batterie avec exposition des composants internes,
- f) fuite.

5.2 Isolement et câblage

La résistance d'isolement entre la borne positive et les surfaces de la batterie électriquement actives et exposées à l'extérieur doit protéger contre les dangers de choc électrique.

Il convient que le câblage interne et l'isolation soient suffisants pour résister aux exigences de courant anticipé maximal, de tension et de température. Il convient que l'orientation du câblage soit telle que les distances d'isolement et les lignes de fuite adéquates soient maintenues entre les conducteurs conformément à la norme d'application prévue (ou, si inconnue, conformément à l'IEC 60664-1). Il convient que l'intégrité mécanique des connexions internes soit suffisante pour satisfaire aux conditions de mauvais usage raisonnablement prévisible (par exemple, la soudure seule n'est pas considérée comme un moyen de connexion fiable). Les distances d'isolement et les lignes de fuite adéquates auxquelles il est précédemment fait référence doivent également être maintenues sur les tableaux de contrôle et d'autres zones de la batterie.

5.3 Échappement de gaz

Les boîtiers des batteries et les éléments doivent incorporer un mécanisme de libération de pression ou doivent être construits de façon à libérer la pression interne excessive suivant une valeur et un régime permettant d'éviter toute rupture, explosion et inflammation spontanée. Dans le cas où l'encapsulation est utilisée pour maintenir les éléments dans un boîtier extérieur, le type et la méthode d'encapsulation ne doivent entraîner ni une surchauffe de la batterie au cours d'un fonctionnement normal, ni le blocage du mécanisme de libération de pression.

5.4 Gestion de la température, de la tension et du courant

Les batteries doivent être conçues de façon à éviter tout échauffement anormal. Les batteries doivent être conçues de façon à rester dans les limites de température, de tension et de courant spécifiées par le fabricant d'éléments. Les batteries doivent être accompagnées de spécifications et d'instructions de charge pour les fabricants d'équipements de façon à concevoir les chargeurs associés en maintenant la charge dans les limites spécifiées de température, de tension et de courant. Si nécessaire, des moyens peuvent être mis en œuvre pour limiter le courant et la température à des niveaux sûrs au cours de la charge et de la décharge.

Le fabricant de batteries doit déclarer le type de conception de l'élément conformément au Tableau 1 de l'IEC 63115-1:2020.

5.5 Bornes de connexion

La taille et la forme des bornes de connexion doivent assurer que celles-ci puissent supporter le courant maximal attendu. Les surfaces des bornes de connexion doivent être constituées de matériaux conducteurs présentant une bonne résistance mécanique et une bonne résistance à la corrosion (voir les essais de corrosion appropriés, par exemple l'IEC 60068-2-60 et l'IEC 60068-2-11). Les bornes de connexion doivent être organisées de façon à réduire le plus possible le risque de courts-circuits. Les bornes de connexion doivent porter un marquage indiquant leur polarité.

5.6 Assemblage des éléments dans les batteries

Si plusieurs batteries sont logées dans une unique enveloppe de batterie, les éléments utilisés dans l'assemblage des batteries doivent avoir la même conception, appartenir au même système électrochimique et provenir du même fabricant.

Les fabricants d'éléments doivent spécifier les limites de courant, de tension et de température de sorte que le fabricant et/ou le concepteur de la batterie puissent assurer une conception et un assemblage convenables.

Les batteries conçues pour la décharge sélective d'une partie de leurs éléments connectés en série doivent comporter des circuits permettant d'éviter le fonctionnement d'éléments en dehors des limites spécifiées par le fabricant d'éléments.

5.7 Plan qualité

Le fabricant doit préparer et mettre en œuvre un plan qualité qui définit les procédures d'examen des matériaux, des composants, des éléments et des batteries et qui couvre l'ensemble du processus de production de chaque type d'élément ou de batterie. Il convient que les fabricants comprennent leurs capacités de traitement et il convient qu'ils mettent en place les contrôles de processus nécessaires relatifs à la sécurité des produits.

5.8 Conditions d'essais de type

Un système de batterie utilisé en dehors de sa zone de fonctionnement peut présenter des phénomènes dangereux issus des éléments ou des batteries. Ces risques doivent être pris en considération afin de préparer un plan d'essai ne présentant pas de danger.

Il convient que l'infrastructure d'essai possède une intégrité structurelle suffisante et un système d'extinction des incendies afin de maîtriser les conditions de surpression et de feu pouvant se produire par suite d'un essai. Il convient que l'infrastructure soit équipée d'un système de ventilation afin de diluer le gaz pouvant être produit au cours des essais. Il convient de prendre en considération les phénomènes dangereux liés à la haute tension, le cas échéant.

5.9 Éléments soumis à l'essai

Les éléments soumis à l'essai sont spécifiés dans le Tableau 1, dans lequel des éléments ou des batteries qui n'ont pas plus de six mois sont utilisés. Sauf spécification contraire, les essais sont effectués à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Les conditions d'essai sont valables uniquement pour les essais de type et n'impliquent pas que l'utilisation prévue comprenne un fonctionnement sous ces conditions. De même, la limite de six mois est introduite pour des raisons de cohérence et n'implique pas que la sécurité du système de batterie et de l'élément soit réduite au bout de six mois.

Tableau 1 – Effectif d'échantillon pour les essais de type

Éléments soumis à l'essai	Unité d'essai (voir 6.1)	
	Élément	Batterie
	(voir b)	(voir a et c)
6.4.1 Vibration	R	R
6.4.2 Tension sur l'enveloppe à une température ambiante élevée	-	R
6.4.3 Cycle de température	R	-
6.5.1 Essai de court-circuit externe	R	R
6.5.2 Essai de chute	R	R
6.5.3 Choc mécanique (risque de chute)	R	R
6.5.4 Essai d'agression thermique	R	-
6.5.5 Écrasement	R	-
6.5.6 Basse pression	R	-
6.5.7 Essai de surcharge (voir d)	R	R
6.5.8 Essai de charge inversée	R	-
"R" = exigé (minimum de 1)		
"- " = inutile ou sans objet		
<p>a Le fabricant peut utiliser "batterie" au lieu d'"élément" pour tout essai spécifiant "élément(s)" comme unité d'essai dans le présent document si l'essai peut être effectué à la fois pour la batterie et l'élément. Le fabricant déclare clairement l'unité d'essai pour chaque essai. S'il est difficile de fractionner les petites pièces de la batterie, celle-ci peut être considérée comme représentative de l'élément et être soumise à l'essai en tant que telle. Le fabricant peut ajouter des fonctions présentes dans le système de batterie final à l'unité soumise à l'essai. Le fabricant doit déclarer clairement l'unité soumise à l'essai.</p> <p>b Le fabricant peut utiliser "bloc d'éléments ou monobloc" au lieu d'"élément" pour tout essai spécifiant "élément(s)" comme unité d'essai dans le présent document. L'unité soumise à l'essai est clairement déclarée par le fabricant.</p> <p>c Dans le cas où un système de batterie est fractionné en unités plus petites, l'une d'elles peut être considérée comme représentative du système de batterie entier et être soumise à l'essai en tant que telle. Le fabricant peut ajouter à cette unité soumise à l'essai des fonctions présentes dans le système de batterie final. L'unité soumise à l'essai est clairement déclarée par le fabricant.</p> <p>d L'essai est effectué avec les batteries fournies avec une seule commande ou protection pour le réglage de tension en charge.</p>		

6 Exigences spécifiques et essais

6.1 Généralités

Lorsque des essais ont déjà été effectués sur une batterie, leurs résultats peuvent être acceptés comme équivalents pour des batteries de même type.

Une batterie équivalente signifie qu'il s'agit du même type de batterie.

Le type de modification pouvant être considéré comme une variation par rapport au type soumis à l'essai, de manière à ce que cette modification puisse mener à l'échec de tout résultat d'essai, peut inclure, entre autres:

- 1) une modification de matériau de l'anode, de la cathode, du séparateur ou de l'électrolyte;
- 2) une modification dans les dispositifs de protection, dont les dispositifs aussi bien matériels que logiciels;
- 3) une modification dans la conception de la sécurité des éléments ou des batteries, telle qu'une soupape d'échappement;
- 4) une modification du nombre d'éléments intégrés dans la batterie;

5) une modification dans le mode de connexion des éléments.

6.2 Préparation préliminaire aux essais

Avant de procéder à la charge, les éléments ou les batteries doivent être complètement déchargé(e)s à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ et à un courant constant de $0,2\text{ ItA}$ jusqu'à une tension de $1,0\text{ V}$ par élément.

Sauf indication contraire du présent document, les éléments ou les batteries doivent être complètement chargé(e)s à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ selon la méthode spécifiée au 7.2 de l'IEC 63115-1:2020 pour le type de conception d'élément tel que déclaré par le fabricant.

Les courants de charge et de décharge mis en œuvre pour les essais doivent se fonder sur la capacité assignée ($C5\text{ Ah}$). Ces courants sont exprimés en multiples de ItA , où $\text{ItA} = C5\text{ Ah}/1\text{ h}$.

6.3 Isolement

La résistance d'isolement entre la borne positive et les surfaces métalliques de la batterie exposées à l'extérieur, à l'exception des surfaces de contact électriques, doit être au moins à $100\text{ k}\Omega$ à 500 V en courant continu quand elle est mesurée 60 s après mise sous tension.

Pour évaluer les limites d'accessibilité aux surfaces électriquement actives, l'essai de calibre d'accessibilité approprié est effectué, comme cela est indiqué dans le Tableau 2. Se référer à l'IEC 61032 et l'IEC 60529 pour les détails, dont le type de calibres d'accessibilité à utiliser et la façon d'évaluer les différents niveaux IP relevés dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Essai de niveau d'accessibilité

IPXX	Niveau de protection	Tension courant continu
1	Non > 50 mm, empêche l'accès avec une main	< 60 V
2	Non > 12,5 mm, empêche l'accès avec un doigt	> 60 V
3	Non > 2,5 mm, empêche l'accès avec un tournevis	> 160 V
4	Non > 1 mm, empêche l'accès avec un fil électrique	> 500 V
5	Protégé contre la poussière	
6	Étanche à la poussière	

6.4 Utilisation prévue

6.4.1 Vibration

a) Objectif

Les vibrations subies lors du transport ne doivent provoquer ni fuite, ni feu, ni explosion.

b) Essai

Les éléments ou batteries complètement chargé(e)s selon 6.2 sont fixé(e)s fermement à la plate-forme de la machine à vibration de manière à ce que la vibration soit fidèlement transmise, sans déformation des éléments. La vibration doit être de forme sinusoïdale avec un balayage logarithmique situé entre 7 Hz et 200 Hz et revenir à 7 Hz parcourus en 15 min. Ce cycle doit être répété 12 fois pour un total de 3 h pour chacune des trois directions perpendiculaires entre elles de montage de l'élément. L'une des directions de vibration doit être perpendiculaire au côté borne.

Une accélération de pointe de 1 gn doit être maintenue de 7 Hz à 18 Hz. L'amplitude est alors maintenue à $0,8\text{ mm}$ (excursion totale de $1,6\text{ mm}$) et la fréquence est augmentée jusqu'à ce qu'une accélération de pointe de $1,4\text{ gn}$ se produise (à approximativement 20 Hz).

Une accélération de pointe de 1,4 g_n est alors maintenue jusqu'à ce que la fréquence atteigne 200 Hz.

c) Exigences

Pas de feu, pas d'explosion, pas de fuite.

6.4.2 Tension sur l'enveloppe à une température ambiante élevée

a) Objectif

Les composants internes des batteries ne doivent pas être exposés pendant une utilisation à une température élevée. Cette exigence s'applique uniquement aux batteries contenues dans une enveloppe.

b) Essai

Les batteries complètement chargées selon 6.2 sont exposées à une température modérément élevée afin d'évaluer l'intégrité du boîtier. La batterie est placée dans une étuve à circulation d'air par convection à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Les batteries restent dans l'étuve pendant 7 h, elles sont ensuite retirées pour revenir à la température ambiante.

c) Exigences

Pas de déformation de l'enveloppe de batterie compromettant les dispositifs de sécurité spécifiés par le fabricant (tels que le classement IP Ingress Protection, le classement coupe-feu, la résistance d'isolement, etc.).

6.4.3 Cycle de température

a) Objectif

Une exposition répétée à des températures élevées ou basses ne doit pas provoquer de fuite, de feu ou d'explosion.

b) Essai

Conformément à la procédure suivante et au profil représenté à la Figure 1. Les éléments complètement chargés selon 6.2 sont soumis à un cycle de température (-20 °C , $+70\text{ °C}$), dans des chambres à air pulsé, conformément à la procédure suivante:

Étape 1: Placer les éléments à une température ambiante de $+70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant 4 h.

Étape 2: Modifier la température ambiante à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ en 30 min et maintenir à cette température pendant au minimum 2 h.

Étape 3: Modifier la température ambiante à $-20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ en 30 min et maintenir à cette température pendant 4 h.

Étape 4: Modifier la température ambiante à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ en 30 min et maintenir à cette température pendant au minimum 2 h.

Étape 5: Répéter les étapes 1 à 4 pendant quatre cycles supplémentaires. Passer de l'étape 4 à l'étape 1 en 30 min.

Étape 6: Après le cinquième cycle, stocker les éléments et effectuer une vérification visuelle après une période de repos d'au moins 24 h.

Cet essai peut être effectué dans une seule chambre dont la température est modifiée ou dans trois chambres séparées réglées sur trois températures d'essai différentes.

c) Exigences

Pas de feu, pas d'explosion, pas de fuite.

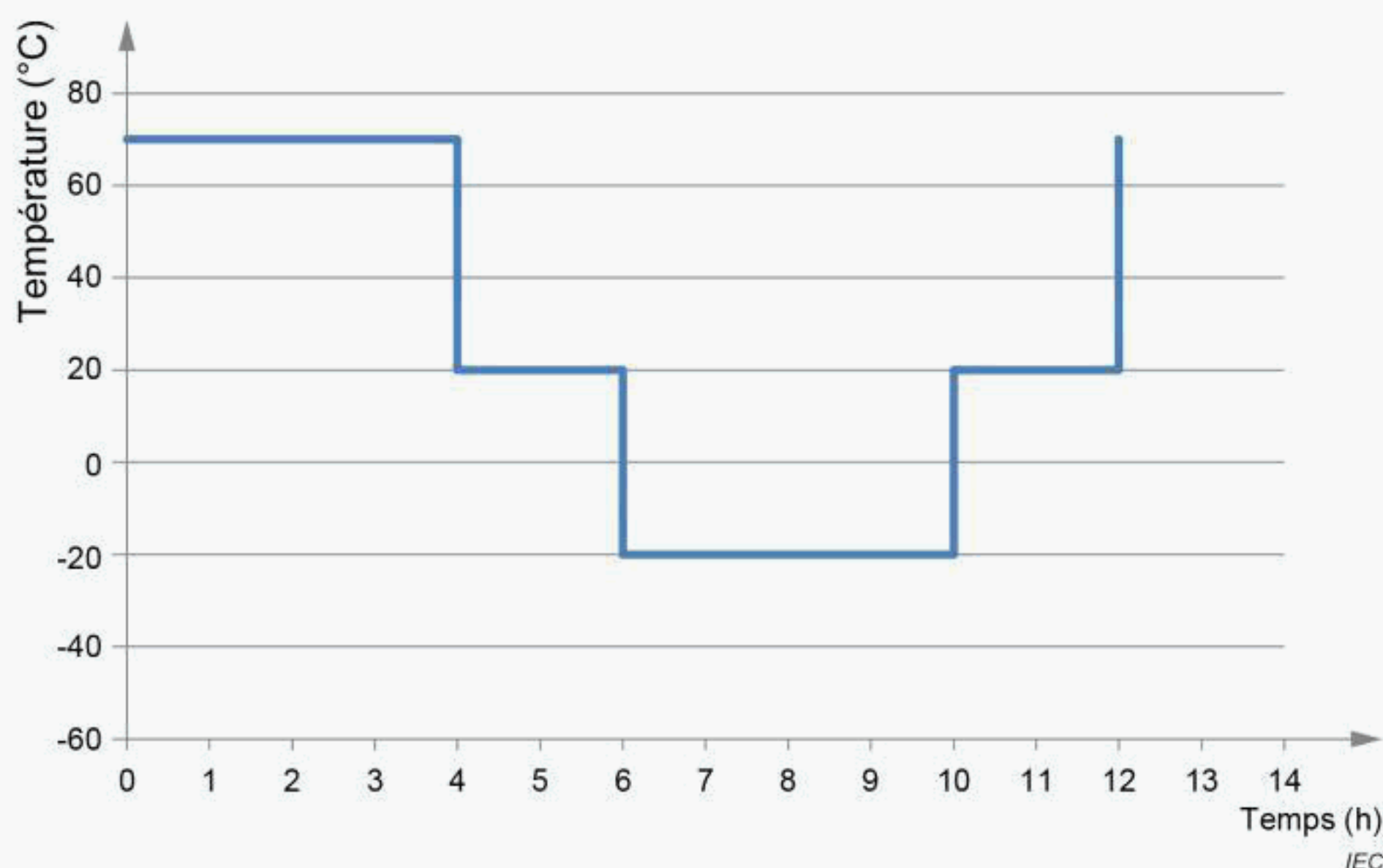


Figure 1 – Profil de température pour 6.4.3 – Essai de cycle de température

6.5 Mauvais usage raisonnablement prévisible

6.5.1 Essai de court-circuit externe

a) Objectif

Un court-circuit entre les bornes positive et négative ne doit pas provoquer de feu ou d'explosion.

b) Essai

Chaque élément, complètement chargé selon la procédure présentée au deuxième alinéa de 6.2, est stocké à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Tout en maintenant une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, chaque élément ou batterie est alors court-circuité(e) en connectant les bornes positive et négative avec une résistance externe totale de $80\text{ m}\Omega \pm 20\text{ m}\Omega$. Alternativement, la résistance externe totale obtenue est déterminée en calculant la résistance d'une résistance de $0,2\text{ m}\Omega$ par élément (à multiplier par le nombre d'éléments quand des éléments connectés en série sont soumis à l'essai). Le fabricant doit clairement déclarer la valeur de la résistance externe totale pour le présent essai. L'élément ou la batterie reste soumis(e) à l'essai pendant 24 h ou jusqu'à ce que la température du boîtier de l'élément ou de la batterie présente une baisse égale à 20 % de l'échauffement maximal, selon ce qui survient en premier. Toutefois, en cas de baisse rapide dans le courant de court-circuit, il convient que l'élément ou la batterie reste soumis(e) à l'essai pendant 1 h supplémentaire après que le courant a atteint un état stable modéré dans lequel, habituellement, la tension individuelle d'élément (uniquement pour les éléments en série) de l'élément ou de la batterie est inférieure à 0,8 V et a diminué de moins de 0,1 V dans un laps de temps de 30 min.

c) Exigences

Pas d'explosion, pas de feu.

6.5.2 Essai de chute

a) Objectif

Une chute de l'élément ou de la batterie ne doit pas provoquer de feu ou d'explosion.

b) Essai

Chaque élément ou batterie complètement chargé(e) selon 6.2 doit être déchargé(e) à un courant constant de $0,2\text{ A}$, à un état de charge d'installation ou d'entretien spécifié par le fabricant. Sauf spécification contraire du fabricant, les essais sont effectués sans décharge après la charge selon 6.2. L'unité d'essai est lâchée une fois sur un sol plat en béton ou en métal à partir d'une hauteur affichée dans le Tableau 3. L'essai doit être effectué avec l'unité

d'essai présentée dans son intégralité chutant vers le bas. La surface du sol utilisé pour l'essai est spécifiée par le fabricant. À l'issue de l'essai, les unités d'essai doivent reposer pendant au moins 1 h, puis un examen visuel doit être effectué.

c) Exigences

Pas d'explosion, pas de feu.

Tableau 3 – Conditions de l'essai de chute

Masse de l'unité d'essai	Hauteur de chute
Moins de 50 kg	10,0 cm
50 kg ou plus – moins de 100 kg	5,0 cm
100 kg ou plus	2,5 cm

Dans le cas d'un sol métallique, il convient de prendre des mesures appropriées pour éviter tout court-circuit externe de l'élément ou de la batterie avec le sol.

6.5.3 Choc mécanique (risque de chute)

a) Objectif

Les chocs subis lors de la manipulation ou du transport ne doivent provoquer ni feu, ni explosion.

b) Essai

Chaque élément ou batterie complètement chargé(e) selon 6.2 est fixé(e) à la machine d'essai au moyen d'un support rigide soutenant toutes les surfaces de montage de l'élément ou de la batterie. L'élément ou la batterie est soumis(e) à un total de trois chocs d'égale amplitude. Les chocs sont appliqués dans chacune des trois directions perpendiculaires entre elles. Au moins un de ces chocs doit être perpendiculaire à une surface plate. Pour chaque choc, l'élément ou la batterie est accéléré(e) de telle façon que, pendant les 3 ms initiales, l'accélération moyenne minimale soit de 490 m/s^2 ($50 g_n$). Les éléments ou les batteries sont soumis(es) à l'essai à une température ambiante de $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. Après l'essai, l'échantillon doit reposer pendant au moins 1 h puis un examen visuel doit être effectué.

Par ailleurs, pour les éléments ou les batteries de plus de 100 kg, il peut ne pas être exigé d'effectuer cet essai conformément à l'accord conclu entre le client et le fabricant.

c) Exigences

Pas de feu, pas d'explosion.

6.5.4 Essai d'agression thermique

a) Objectif

Une exposition à une température élevée ne doit pas provoquer de feu ou d'explosion.

b) Essai

Chaque élément ou batterie complètement chargé(e) selon 6.2 et stabilisé(e) à une température ambiante de $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ est placé(e) dans une étuve à circulation d'air par convection ou par gravité.

La température de l'étuve est augmentée à un rythme de $5^\circ\text{C}/\text{min} \pm 2^\circ\text{C}/\text{min}$ à une température qui dépend du matériau constituant le boîtier de l'élément, tel que:

- 1) Acier: $130^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$,
- 2) Plastique: $85^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

L'élément ou la batterie reste à cette température pendant 30 min avant arrêt de l'essai.

c) Exigences

Pas de feu, pas d'explosion.

6.5.5 Écrasement

a) Objectif

Un écrasement important d'un élément ne doit pas provoquer de feu ou d'explosion.

b) Essai

Chaque élément complètement chargé selon 6.2 est écrasé entre deux surfaces plates. La force de l'écrasement est appliquée à l'aide d'un appareil exerçant une force de $13 \text{ kN} \pm 0,78 \text{ kN}$. L'écrasement est effectué de manière à ce qu'il provoque un maximum d'effets néfastes. Après que la force maximale a été appliquée, ou qu'une brusque chute de tension égale à un tiers de la tension d'origine a été obtenue, la force est relâchée.

Un élément cylindrique ou parallélépipédique est écrasé en disposant son axe longitudinal en position parallèle par rapport aux surfaces plates de l'appareil d'écrasement. Un élément parallélépipédique est écrasé en disposant son côté le plus large en position parallèle par rapport aux surfaces plates de l'appareil d'écrasement.

c) Exigences

Pas de feu, pas d'explosion.

6.5.6 Basse pression

Essai d'éléments soumis à la basse pression.

a) Objectif

Une basse pression (par exemple, pendant un transport dans la soute d'un avion-cargo) ne doit pas provoquer de feu, ni d'explosion.

b) Essai

Chaque élément complètement chargé selon 6.2 est placé dans une enceinte sous vide, à une température ambiante de $20 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$. Dès lors que l'enceinte sous vide est hermétiquement fermée, sa pression interne est progressivement réduite jusqu'à atteindre une pression égale ou inférieure à $11,6 \text{ kPa}$ (pour simuler une altitude de $15,24 \text{ km}$) et est maintenue à cette valeur pendant 6 h .

c) Exigences

Pas de feu, pas d'explosion.

6.5.7 Essai de surcharge

Cet essai est effectué pour vérifier les performances de sécurité de l'élément ou de la batterie en cas de surcharge.

a) Objectif

Une charge de longue durée et à une valeur de courant spécifiée selon le type de conception de l'élément tel que déclaré par le fabricant ne doit pas provoquer d'explosion ou de feu.

b) Essai

Les essais qui précèdent cet essai doivent être effectués à une température ambiante de $20 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$. Chaque élément ou batterie doit être déchargé(e) à un courant constant de $0,2 \text{ ItA}$ jusqu'à une tension de $1,0 \text{ V}$.

L'élément ou la batterie doit alors être chargé(e) à une température ambiante de $20 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ et à un courant constant selon le type de conception de l'élément selon 7.2 de l'IEC 63115-1:2020 pour une entrée de charge de 250% (250% de la capacité assignée) utilisant la méthode déclarée par le fabricant. Les courants de charge pour cet essai doivent ainsi refléter le choix de courant de charge, suivant les recommandations du fabricant de batteries.

Ensuite, la charge est terminée. Il convient de contrôler la tension et la température au cours de l'essai.

L'essai doit être poursuivi jusqu'à ce que la température de la surface de l'élément atteigne des conditions d'état stables (une modification de moins de 10 °C dans un laps de temps de 30 min) ou revienne à la température ambiante.

c) Exigences

Pas d'explosion, pas de feu.

6.5.8 Essai de charge inversée

a) Objectif

Un élément doit supporter une charge inversée sans provoquer d'explosion ou de feu.

b) Essai

L'essai doit être effectué à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Chaque élément d'essai doit être déchargé à un courant constant de 0,2 ItA jusqu'à une tension de 1,0 V/élément.

Un élément déchargé est soumis à une charge inversée de 1,0 ItA pendant 90 min.

Dans le cas d'un monobloc, une charge inversée de 0,2 It pendant 7,5 h peut être appliquée au lieu de la charge inversée précisée en b) ci-dessus.

Ensuite, la charge inversée est terminée. Il convient de contrôler la tension et la température au cours de l'essai.

L'essai doit être poursuivi jusqu'à ce que la température de la surface de l'élément atteigne des conditions d'état stables (une modification de moins de 10 °C dans un laps de temps de 30 min) ou revienne à la température ambiante.

c) Exigences

Pas d'explosion, pas de feu.

7 Sécurité du système de batterie (compte tenu de la sécurité fonctionnelle)

7.1 Système de gestion de batterie (BMS) (ou unité de gestion de batterie) – Exigences relatives au BMS

Le BMS évalue l'état des éléments et des batteries et les entretient. Le BMS doit être conçu conformément au niveau d'intégrité de sécurité (SIL – *safety integrity level*) ou toute autre méthodologie de classement relative à la sécurité. Se référer à l'Annexe A pour des recommandations relatives à la sécurité fonctionnelle et l'analyse de sécurité.

Pour évaluer le contrôle de charge influant sur la sécurité, le fabricant de systèmes de batteries doit effectuer les essais mentionnés en 7.2.

Pour ces essais, le système de batterie inclut également la fonction BMS de l'équipement utilisant la batterie, si celle-ci est applicable à la conception.

NOTE 1 La fonction du BMS peut être attribuée au groupe de batteries ou à l'équipement utilisant la batterie. Voir la Figure 2.

NOTE 2 Le BMS peut être fractionné et se trouver pour partie dans le groupe de batteries et pour partie sur l'équipement utilisant la batterie. Voir la Figure 2. Se référer à la norme d'application d'équipement correspondante (pour les chemins de fer, l'IEC 62973-4, par exemple).

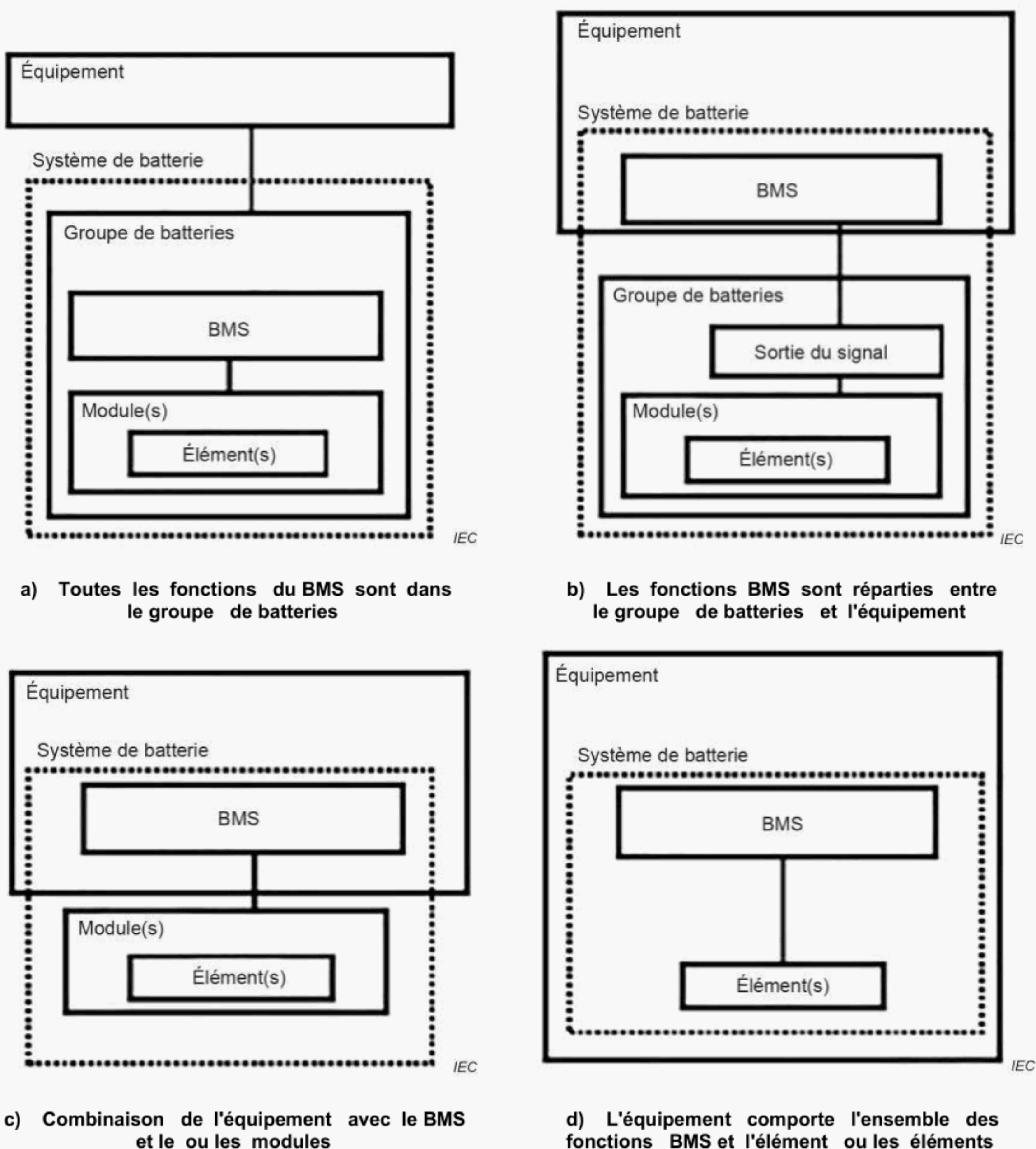


Figure 2 – Exemples d'emplacements de BMS et de configurations de systèmes de batteries

7.2 Contrôle de surchauffe (système de batterie)

a) Objectif

Le BMS doit achever la charge quand la température des éléments et/ou de la batterie dépasse la limite supérieure spécifiée par le fabricant d'éléments.

b) Essai

L'essai doit être effectué à une température ambiante initiale de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ et sous des conditions de fonctionnement normales (les contacteurs principaux sont fermés et le système de batterie est contrôlé par le BMS) sur le système de batterie, si ce n'est que son système de refroidissement, s'il est fourni, doit être déconnecté. Chaque système de batterie d'essai doit être déchargé à un courant constant de $0,2\text{ A}$ jusqu'à une tension de $1,0\text{ V}$ par élément. Les batteries d'échantillon doivent alors être chargées au courant recommandé correspondant au type d'élément conçu jusqu'à un état de charge de 50 %. La température du système de batterie doit être augmentée de 5 °C au-dessus de la température de fonctionnement maximale, telle que déclarée par le fabricant d'éléments. La charge se poursuit à température élevée jusqu'à ce que le BMS arrête la charge. L'acquisition et/ou l'observation des données doivent être poursuivies pendant 1 h après l'arrêt de la séquence (par exemple, après que le BMS a arrêté la charge).

c) Exigences

Le BMS doit détecter la température de surchauffe et doit arrêter la charge afin de protéger le système de batterie contre toute conséquence négative grave supplémentaire. Toutes les fonctions du système de batterie doivent être totalement opérationnelles comme prévu pendant l'essai.

Pas d'explosion, pas de feu.

8 CEM

Le système de batterie remplit les exigences du CEM pour chaque type d'équipement d'application dans lequel il est utilisé, par exemple, stationnaire, traction, ferroviaire, etc. ou les exigences spécifiques convenues entre le fabricant du produit final et le fournisseur. Il convient de procéder à l'essai CEM sur le produit final.

9 Informations relatives à la sécurité

L'utilisation, et notamment l'utilisation abusive, des éléments et des batteries peuvent donner lieu à des phénomènes dangereux et provoquer des dommages. Le fabricant d'éléments doit fournir des informations relatives aux limites de courant, de tension et de température de ses produits. Le fabricant de systèmes de batteries doit fournir aux fabricants d'équipements et, en cas de vente directe, aux utilisateurs finaux, des informations visant à réduire tout phénomène dangereux. Il est de la responsabilité du fabricant d'équipement d'informer les utilisateurs finaux des phénomènes dangereux potentiels liés à l'utilisation d'équipements contenant des éléments et des batteries.

Des informations pertinentes sur le produit permettant de réduire les risques doivent être fournies à toutes les phases du cycle de vie par les parties prenantes impliquées dans le processus de fabrication, y compris, entre autres, les fabricants d'éléments, de systèmes de batteries et d'équipements.

10 Marquage et désignation

Les éléments et batteries doivent porter un marquage conformément à l'IEC 63115-1:2020.

Annexe A (informative)

Sécurité du système de batterie (compte tenu de la sécurité fonctionnelle) – Exigences générales

Il convient que la dépendance aux commandes et aux systèmes électriques, électroniques et logiciels liés à la sécurité essentielle fasse l'objet d'analyses relatives à la sécurité fonctionnelle.

L'IEC 61508 (toutes les parties), l'Annexe H de l'IEC 60730-1:2013 ou d'autres normes de sécurité fonctionnelle appropriées aux applications peuvent servir de références.

Il convient pour les fabricants de systèmes de batteries de procéder à une analyse des risques de processus, à une évaluation des risques et à une réduction des risques du système de batterie (par exemple, AAP, AMDEC).

NOTE Des recommandations sur les méthodes d'analyse de sécurité telles que l'AMDEC et l'AAP peuvent être consultées dans des documents tels que l'IEC 60812, l'IEC 61025, etc.

La procédure est la suivante:

- a) analyse du phénomène dangereux;
- b) évaluation des risques;
- c) niveau d'intégrité de sécurité (SIL) ou objectif de sécurité similaire.

Les exemples de phénomènes dangereux ou de risques sont les suivants: CEM, choc électrique, immersion dans l'eau, court-circuit externe, court-circuit interne, surcharge, surchauffe, chute, écrasement, décharge profonde, décharge avec surintensité, charge après décharge profonde, fuite d'électrolyte, allumage de gaz d'émission, feu, tremblement de terre, raz de marée, etc.

Bibliographie

IEC 60050-903:2013, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 903: Appréciation du risque*

IEC 60068-2-11, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

IEC 60068-2-60, *Essais d'environnement – Partie 2-60: Essais – Essai Ke: Essais de corrosion dans un flux de mélange de gaz*

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

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

IEC 60730-1:2013, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60812, *Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE et AMDEC)*

IEC 61025, *Analyse par arbre de panne (AAP)*

IEC 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

IEC 61434, *Accumulateurs alcalins ou autres accumulateurs à électrolyte non acide – Guide pour l'expression des courants dans les normes d'accumulateurs alcalins*

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

IEC 61511-1, *Sécurité fonctionnelle – Systèmes instrumentés de sécurité pour le secteur des industries de transformation – Partie 1: Cadre, définitions, exigences pour le système, le matériel et la programmation d'application*

IEC 61513, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Exigences générales pour les systèmes*

IEC 61951-2:2017, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs étanches pour applications portables – Partie 2: Nickel-métal hydrure*

IEC 62061, *Sécurité des machines – Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 62133-1:2017, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches, et pour les batteries qui en sont constituées, destinés à l'utilisation dans des applications portables – Partie 1: Systèmes au nickel*

IEC 62675, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Éléments individuels parallélépipédiques rechargeables étanches au nickel-métal hydrure*

IEC 62933-2-1:2017, *Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) – Partie 2-1: Paramètres unitaires et méthodes d'essai – Spécifications générales*

IEC TS 62933-5-1:2017, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 5-1: Safety considerations for grid-integrated EES systems – General specification* (disponible en anglais seulement)

IEC 62973-4, *Railway applications – Rolling stock – Batteries for auxiliary power supply systems – Part 4: Secondary sealed nickel-metal hydride batteries* ¹ (disponible en anglais seulement)

IEC 62485-2:2010, *Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations de batteries – Partie 2: Batteries stationnaires*

ISO 9001:2015, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*

¹ En cours d'élaboration.

