IEC 62619

Edition 1.0 2017-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications

Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Exigences de sécurité pour les accumulateurs au lithium pour utilisation dans des applications industrielles

IEC 62619:2017-02(en-fr)

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue
The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub
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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary
65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue
Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub
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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary
65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

IEC 62619

Edition 1.0 2017-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications

Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Exigences de sécurité pour les accumulateurs au lithium pour utilisation dans des applications industrielles

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.30

ISBN 978-2-8322-3869-1

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms and definitions 7
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/current management 10
5.5 Terminal contacts of the battery pack and/or battery system 10
5.6 Assembly of cells, modules, or battery packs into battery systems 11
5.6.1 General 11
5.6.2 Battery system design 11
5.7 Operating region of lithium cells and battery systems for safe use 11
5.8 Quality plan 11
6 Type test conditions 12
6.1 General 12
6.2 Test items 12
7 Specific requirements and tests 13
7.1 Charging procedures for test purposes 13
7.2 Reasonably foreseeable misuse 13
7.2.1 External short-circuit test (cell or cell block) 13
7.2.2 Impact test (cell or cell block) 14
7.2.3 Drop test (cell or cell block, and battery system) 15
7.2.4 Thermal abuse test (cell or cell block) 17
7.2.5 Overcharge test (cell or cell block) 18
7.2.6 Forced discharge test (cell or cell block) 18
7.3 Considerations for internal short-circuit – Design evaluation 19
7.3.1 General 19
7.3.2 Internal short-circuit test (cell) 19
7.3.3 Propagation test (battery system) 20
8 Battery system safety (considering functional safety) 20
8.1 General requirements 20
8.2 Battery management system (or battery management unit) 21
8.2.1 Requirements for the BMS 21
8.2.2 Overcharge control of voltage (battery system) 22
8.2.3 Overcharge control of current (battery system) 23
8.2.4 Overheating control (battery system) 24
9 Information for safety 24
10 Marking and designation 24
Annex A (normative) Operating region of cells for safe use 25
A.1 General 25
A.2 Charging conditions for safe use 25
A.3 Consideration on charging voltage 25
A.4 Consideration on temperature 26

A.5 High temperature range 26
A.6 Low temperature range 26
A.7 Discharging conditions for safe use 26
A.8 Example of operating region 27
Annex B (informative) Procedure of propagation test (see 7.3.3) 28
B.1 General 28
B.2 Test conditions 28
B.3 Methods for initiating the thermal runaway can include 28
Annex C (informative) Packaging 29
Bibliography 30

Figure 1 – Configuration of the impact test 15
Figure 2 – Impact location 17
Figure 3 – Configuration for the shortest edge drop test 17
Figure 4 – Configuration for the corner drop test 17
Figure 5 – Examples of BMS locations and battery system configurations 22
Figure 6 – Example of the circuit configuration for overcharge control of voltage 23
Figure A.1 – An example of operating region for charging of typical lithium-ion cells 27
Figure A.2 – An example of operating region for discharging of typical lithium-ion cells 27

Table 1 – Sample size for type tests 13
Table 2 – Drop test method and condition 16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SECONDARY CELLS AND BATTERIES CONTAINING ALKALINE OR OTHER NON-ACID ELECTROLYTES – SAFETY REQUIREMENTS FOR SECONDARY LITHIUM CELLS AND BATTERIES, FOR USE IN INDUSTRIAL APPLICATIONS

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 62619 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 standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
21A/617/FDIS	21A/624/RVD

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

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

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

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

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 – SAFETY REQUIREMENTS FOR SECONDARY LITHIUM CELLS AND BATTERIES, FOR USE IN INDUSTRIAL APPLICATIONS

1 Scope

This document specifies requirements and tests for the safe operation of secondary lithium cells and batteries used in industrial applications including stationary applications.

When there exists an IEC standard specifying test conditions and requirements for cells used in special applications and which is in conflict with this document, the former takes precedence (e.g., IEC 62660 series on road vehicles).

The following are some examples of applications that utilize cells and batteries under the scope of this document.

- Stationary applications: telecom, uninterruptible power supplies (UPS), electrical energy storage system, utility switching, emergency power, and similar applications.
- Motive applications: forklift truck, golf cart, auto guided vehicle (AGV), railway, and marine, excluding road vehicles.

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

Electrical safety is included only as a part of the risk analysis of Clause 8. In regard to details for addressing electrical safety, the end use application standard requirements have to be considered.

This document applies to cells and batteries. If the battery is divided into smaller units, the smaller unit can be tested as the representative of the battery. The manufacturer clearly declares the tested unit. The manufacturer may add functions, which are present in the final battery to the tested unit.

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 62133:2012, *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*

IEC 62620:2014, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications*

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 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

3.2
risk
a combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm

3.3
harm
physical injury or damage to the health of people or damage to property or to the environment

3.4
hazard
potential source of harm

3.5
intended use
use of a product, process or service in accordance with specifications, instructions and information provided by the supplier

3.6
reasonably foreseeable misuse
use of a product, process or service in a way which is not intended by the supplier, but which may result from readily predictable human behaviour

3.7
secondary lithium cell
cell
secondary cell where electrical energy is derived from the insertion/extraction reactions of lithium ions or oxidation/reduction reaction of lithium between the negative electrode and the positive electrode

Note 1 to entry: The cell typically has an electrolyte that consists of a lithium salt and organic solvent compound in liquid, gel or solid form and has a metal or a laminate film casing. It is not ready for use in an application because it is not yet fitted with its final housing, terminal arrangement and electronic control device.

3.8
cell block
group of cells connected together in parallel configuration with or without protective devices (e.g. fuse or PTC) and monitoring circuitry

Note 1 to entry: It is not ready for use in an application because it is not yet fitted with its final housing, terminal arrangement and electronic control device.

3.9
module
group of cells connected together either in a series and/or parallel configuration with or without protective devices (e.g. fuse or PTC) and monitoring circuitry

3.10
battery pack
energy storage device, which is comprised of one or more cells or modules electrically connected

Note 1 to entry: It has a monitoring circuitry which provides information (e.g. cell voltage) to a battery system.

Note 2 to entry: It may incorporate a protective housing and be provided with terminals or other interconnection arrangement.

3.11
battery system
battery
system which comprises one or more cells, modules or battery packs

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

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

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

3.12
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: It 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: Overdischarge cut off is not mandatory if there is an agreement between the cell manufacturer and the customer.

Note 3 to entry: The function of the BMS can be assigned to the battery pack or to equipment that uses the battery. (See Figure 5)

Note 4 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 5)

Note 5 to entry: The BMS is sometimes also referred to as a BMU (battery management unit)

3.13
leakage
visible escape of liquid electrolyte

3.14
venting
release of excessive internal pressure from a cell, module, battery pack, or battery system in a manner intended by design to preclude rupture or explosion

3.15
rupture
mechanical failure of a cell container or battery case induced by an internal or external cause, resulting in exposure or spillage but not ejection of materials

3.16
explosion
failure that occurs when a cell container or battery case opens violently and solid components are forcibly expelled

Note 1 to entry: Liquid, gas, and smoke are erupted.

3.17
fire
emission of flames from a cell, module, battery pack, or battery system

3.18
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 C_n Ah (ampere-hours) declared by the manufacturer which a single cell or battery can deliver during an n-hour period when charging, storing and discharging under the conditions specified in IEC 62620:2014, 6.3.1.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modified – Addition of Note 1 to entry.]

3.19
upper limit charging voltage
the highest charging voltage in the cell operating region specified by the cell manufacturer

3.20
maximum charging current
the maximum charging current in the cell operating region which is specified by the cell manufacturer

3.21
thermal runaway
uncontrolled intensive increase in the temperature of a cell driven by exothermic reaction

3.22
lower limit discharging voltage
the lowest discharging voltage specified by the cell manufacturer

4 Parameter measurement tolerances

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

a) ±0,5 % for voltage;

b) ±1 % for current;

c) ±2 °C for temperature;

d) ±0,1 % for time;

e) ±1 % for mass;

f) ±1 % for dimensions.

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 any report of results.

5 General safety considerations

5.1 General

The safety of lithium secondary cells and batteries requires the consideration of two sets of applied conditions:

a) intended use;

b) reasonably foreseeable misuse.

Cells and 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 and 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) burst/explosion,

c) critical electrical short-circuit due to leakage of cell electrolyte,

d) venting which continuously vents out flammable gases,

e) rupture of the casing of cell, module, battery pack, and battery system with exposure of internal components.

Conformity with 5.1 to 5.6 is checked by the tests of Clauses 6, 7, and 8, and in accordance with the appropriate standard (see Clause 2).

5.2 Insulation and wiring

Wiring and its insulation shall be sufficient to withstand the maximum anticipated voltage, current, temperature, altitude and humidity requirements. The design of wiring shall be such that adequate clearances and creepage distances are maintained between conductors. The mechanical integrity of the whole battery system (cell/module/BMS) and their connections shall be sufficient to accommodate conditions of reasonably foreseeable misuse.

5.3 Venting

The casing of a cell, module, battery pack, and battery system shall incorporate a pressure relief function that will preclude rupture or explosion. If encapsulation is used to support cells within an outer case, the type of encapsulant and the method of encapsulation shall neither cause the battery system to overheat during normal operation nor inhibit pressure relief.

5.4 Temperature/voltage/current management

The design of batteries shall be such that abnormal temperature-rise conditions are prevented. Battery systems shall be designed within voltage, current, and temperature limits specified by the cell manufacturer. Battery systems shall be provided with specifications and charging instructions for equipment manufacturers so that associated chargers are designed to maintain charging within the voltage, current and temperature limits specified.

NOTE Where applicable, means can be provided to limit current to safe levels during charge and discharge.

5.5 Terminal contacts of the battery pack and/or battery system

Terminals shall have clear polarity marking(s) on the external surface of the battery pack or battery system.

NOTE Exception: Battery packs with keyed external connectors designed for connection to specific end products need not be marked with polarity markings if the design of the external connector prevents reverse polarity connections.

The size and shape of the terminal contacts shall 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. Terminal contacts shall be arranged so as to minimize the risk of short-circuits, for example to minimize the risk of short-circuits by metal tools.

5.6 Assembly of cells, modules, or battery packs into battery systems

5.6.1 General

The assembly of cells, modules, or battery packs to constitute the battery system shall respect the following rules in order to support adequate mitigation of risks into the battery system:

- Each battery system shall have an independent control and protection method(s).
- The cell manufacturer shall provide recommendations about current, voltage and temperature limits so that the battery system manufacturer/designer may ensure proper design and assembly.
- Batteries that are designed for the selective discharging of a portion of their series connected cells shall incorporate separate circuitry to prevent the cell reversal caused by uneven discharging.
- Protective circuit components should be added as appropriate and consideration given to the end-device application.

5.6.2 Battery system design

The voltage control function of the battery system design shall ensure that the voltage of each cell or cell block shall not exceed the upper limit of the charging voltage specified by the manufacturer of the cells, except in the case where the stationary application devices or motive application devices provide an equivalent voltage control function.

The following should be considered at the battery system level and by the battery manufacturer:

For the battery system which has series-connected plural single cells, modules or battery packs, it is recommended that the voltages of any one of the single cells or cell blocks do not exceed the upper limit of the charging voltage, specified by the cell manufacturer, by monitoring the voltage of every single cell or cell block.

5.7 Operating region of lithium cells and battery systems for safe use

The cell manufacturer shall specify the cell operating region. The battery manufacturer shall design the battery system to comply with the cell operating region. Determination of the cell operating region is explained in Annex A.

5.8 Quality plan

The battery system manufacturer shall prepare and implement a quality plan that defines procedures for the inspection of materials, components, cells, modules, battery packs, and battery systems and which covers the whole process of producing each type of cell, module, battery pack, and battery system (e.g. ISO 9001, etc.). Manufacturers should understand their process capabilities and should institute the necessary process controls as they relate to product safety.

6 Type test conditions

6.1 General

A battery system that is used outside of its operating region may exhibit hazards resulting from the cells or batteries. Such risks have to 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 sustain the conditions of overpressure and fire that may occur as a result of testing. The facility should have a ventilation system to remove and capture gas which might be produced during the tests. Consideration should be given to high voltage hazards when applicable.

Warning: **THESE TESTS USE PROCEDURES WHICH MAY RESULT IN HARM IF ADEQUATE PRECAUTIONS ARE NOT TAKEN. TESTS SHOULD ONLY BE PERFORMED BY QUALIFIED AND EXPERIENCED TECHNICIANS USING ADEQUATE PROTECTION. TO PREVENT BURNS, CAUTION SHOULD BE TAKEN FOR THOSE CELLS OR BATTERIES WHOSE CASINGS MAY EXCEED 75 °C AS A RESULT OF TESTING.**

6.2 Test items

Tests are made with the number of cells or batteries specified in Table 1, using cells or batteries that are not more than six months old. Cells or batteries charged by the method specified in 7.1 shall deliver the rated capacity or more when they are discharged at 25 °C ± 5 °C, at a constant current of 0,2 I_t A, down to a specified final voltage. This capacity confirmation may be done in the manufacturer shipping inspection. In the case of a battery, the capacity may be calculated on the basis of the cell capacity measurements during the shipping inspection.

Unless otherwise specified, tests are carried out in an ambient temperature of 25 °C ± 5 °C.

NOTE 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	
Category	**Test**		**Cell** (see Note 1)	**Battery system** (see Note 2)
Product safety test (safety of cell and battery system)	7.2.1 External short-circuit test		R	-
	7.2.2 Impact test		R (see Note 3)	-
	7.2.3 Drop test		R	R
	7.2.4 Thermal abuse test		R	-
	7.2.5 Overcharge test		R (see Note 4)	-
	7.2.6 Forced discharge test		R	-
	7.3 Consideration of internal short-circuit (select one from the two options)	7.3.2 Internal short-circuit test	R*	-
		7.3.3 Propagation test	-	R
Functional safety test (safety of battery system)	8.2.2 Overcharge control of voltage		-	R
	8.2.3 Overcharge control of current		-	R
	8.2.4 Overheating control		-	R

"R" = required (minimum of 1)

"R*" = required. As for the sample number, refer to IEC 62133:2012, 8.3.9.

"-" = unnecessary or not applicable

NOTE 1 The manufacturer can use "cell block(s)" instead of "cell(s)" at any test that specifies "cell(s)" as the test unit in this document. The manufacturer clearly declares the test unit for each test.

NOTE 2 If a battery system is divided into smaller units, the unit can be tested as representative of the battery system. The manufacturer can add functions which are present in the final battery system to the tested unit. The manufacturer clearly declares the tested unit.

NOTE 3 Cylindrical cell or cell block: 1 direction, prismatic cell or cell block: 2 directions.

NOTE 4 The test is performed with those battery systems that are provided with only a single control or protection for charging voltage control.

7 Specific requirements and tests

7.1 Charging procedures for test purposes

Prior to charging, the battery shall be discharged in an ambient temperature of 25 °C ± 5 °C, at a constant current of 0,2 I_t A, down to a specified final voltage.

Unless otherwise stated in this document, cells or batteries shall be charged in an ambient temperature of 25 °C ± 5 °C, in using the method specified by the manufacturer.

NOTE 1 Charging and discharging currents for the tests are based on the value of the rated capacity (C_n Ah). These currents are expressed as a multiple of I_t A, where: I_t A = C_n Ah/1 h (see IEC 61434).

NOTE 2 The battery system which cannot be discharged at a constant current of 0,2 I_t A can be discharged at the current specified by manufacturer .

7.2 Reasonably foreseeable misuse

7.2.1 External short-circuit test (cell or cell block)

a) Requirements

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

b) Test

Fully charged cells are stored in an ambient temperature of 25 °C ± 5 °C. Each cell is then short-circuited by connecting the positive and negative terminals with a total external resistance of 30 mΩ ± 10 mΩ.

The cells are to remain on test for 6 h or until the case temperature declines by 80 % of the maximum temperature rise, whichever is the sooner.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion

7.2.2 Impact test (cell or cell block)

a) Requirements

An impact to the cell as mentioned below shall not cause fire or explosion.

b) Test

The cell or cell block shall be discharged at a constant current of 0,2 I_t A, to 50 % SOC.

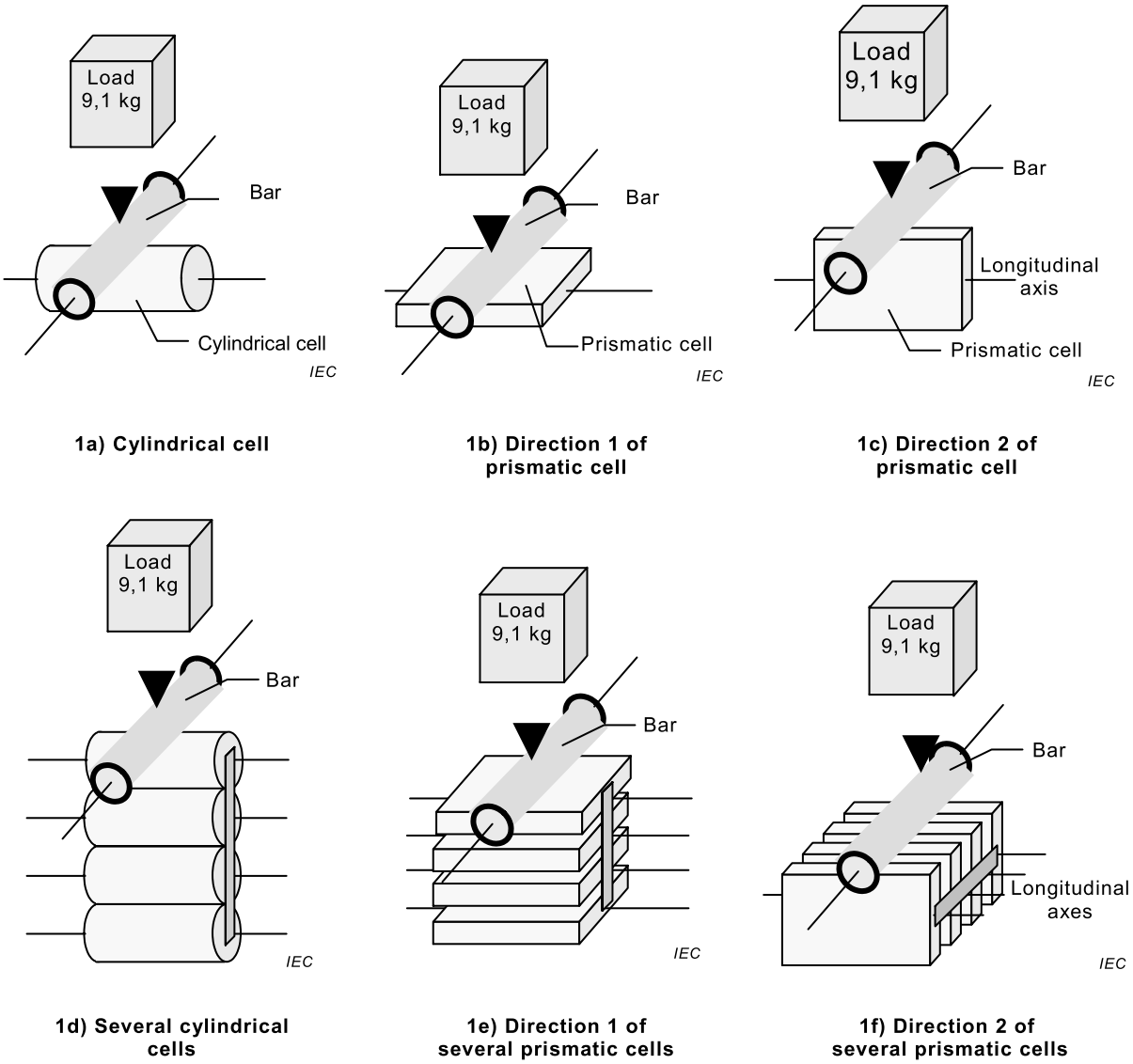
The cell or cell block is placed on a flat concrete or metal floor. A type 316 stainless steel bar with a diameter of 15,8 mm ± 0,1 mm and at least 60 mm in length or the longest dimension of the cell, whichever is greater, is placed across the centre of the cell or cell block. A 9,1 kg rigid mass is then dropped from a height of 610 mm ± 25 mm onto the bar placed on the sample.

A cylindrical or prismatic cell is to be impacted with its longitudinal axis parallel to the flat concrete or metal floor and perpendicular to the longitudinal axis of the 15,8 mm diameter curved surface lying across the centre of the test sample. A prismatic cell is also to be rotated 90 degrees around its longitudinal axis so that both the wide and narrow sides will be subjected to the impact. Each sample is to be subjected to only a single impact with separate samples to be used for each impact (see Figure 1).

NOTE In the case of a metal floor, external short circuit of cell or battery with the floor should be avoided by appropriate measures.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.



1a) Cylindrical cell | **1b) Direction 1 of prismatic cell** | **1c) Direction 2 of prismatic cell**

1d) Several cylindrical cells | **1e) Direction 1 of several prismatic cells** | **1f) Direction 2 of several prismatic cells**

NOTE The cell or cell block can be supported by some material which has no influence on the test to maintain the position.

Figure 1 – Configuration of the impact test

7.2.3 Drop test (cell or cell block, and battery system)

7.2.3.1 General

The drop test is conducted on a cell or cell block, and battery system. The test method and the height of the drop are determined by the test unit weight as shown in the Table 2.

Table 2 – Drop test method and condition

Mass of the test unit	Test method	Height of drop
Less than 7 kg	Whole	100,0 cm
7 kg or more – less than 20 kg	Whole	10,0 cm
20 kg or more – less than 50 kg	Edge and corner	10,0 cm
50 kg or more – less than 100 kg	Edge and corner	5,0 cm
100 kg or more	Edge and corner	2,5 cm
NOTE If the battery system is divided into smaller units, the unit can be tested as the representative of the battery system. The manufacturer can add functions which are present in the final battery system to the tested unit. The manufacturer clearly declares the tested unit.		

7.2.3.2 Whole drop test (cell or cell block, and battery system)

This test is applied when the mass of the test unit is less than 20 kg.

a) Requirements

Dropping the test unit shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged test unit is dropped three times from a height shown in Table 2 onto a flat concrete or metal floor.

In the case where the mass of the test unit is less than 7 kg, the test unit is dropped so as to obtain impacts in random orientations. In the case where the mass of the test unit is 7 kg or more but less than 20 kg, the test shall be performed with the test unit 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 put on rest for a minimum of 1 h, and then a visual inspection shall be performed.

NOTE In the case of a metal floor, external short circuit of cell or battery with the floor should be avoided by appropriate measures.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.2.3.3 Edge and corner drop test (cell or cell block, and battery system)

This test is applied when the mass of the test unit is 20 kg or more.

a) Requirements

Dropping the test unit shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged test unit is dropped two times from a height shown in Table 2 onto a flat concrete or metal floor. The drop test conditions shall assure, with test arrangements as shown in Figure 2, Figure 3 and Figure 4, reproducible impact points for the shortest edge drop impact and the corner impacted. The two impacts, per impact type, shall be on the same corner and on the same shortest edge. For the corner and edge drops, the test unit shall be oriented in such a way that a straight line drawn through the corner/edge to be struck and the test unit geometric centre is approximately perpendicular to the impact surface.

NOTE In the case of a metal floor, external short circuit of cell or battery with the floor should be avoided by appropriate measures

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion

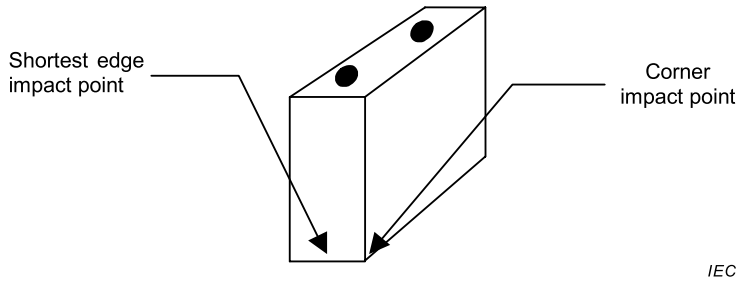


Figure 2 – Impact location

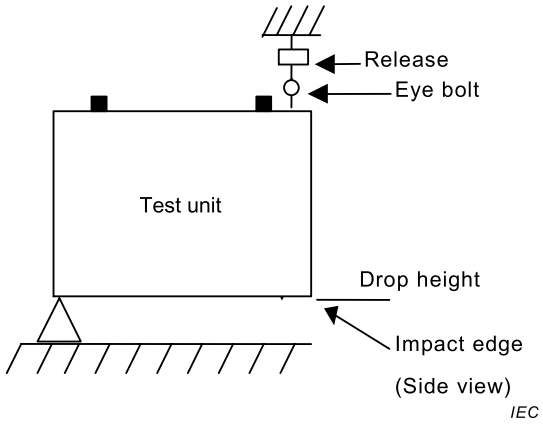
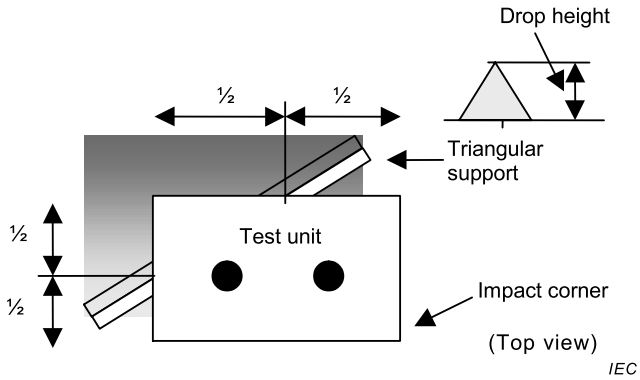


Figure 3 – Configuration for the shortest edge drop test



Smaller units can be dropped from a hand-held position. If a lifting-release device is used, it should not, on release, impart rotational or sideward forces to the unit.

Figure 4 – Configuration for the corner drop test

7.2.4 Thermal abuse test (cell or cell block)

a) Requirements

An elevated temperature exposure shall not cause fire or explosion.

b) Test

Each fully charged cell, stabilized in an ambient temperature of 25 °C ± 5 °C, is placed in a gravity or circulating air-convection oven.

The oven temperature is raised at a rate of 5 °C / min ± 2 °C /min to a temperature of 85 °C ± 5 °C.

The cell remains at this temperature for 3 h before the test is discontinued.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.2.5 Overcharge test (cell or cell block)

This test shall be performed for those battery systems that are provided with only a single control or protection for the charging voltage control. For those battery systems provided with two or more independent protection(s) or control(s) for the charging voltage control, this test may be waived.

NOTE An example of the two or more independent protection(s) or control(s) is as follows:

- A measurement device to monitor each cell voltage in a battery system with a function to control the charging current to prevent the highest cell voltage from exceeding the upper limit charging voltage.

  and

- A diagnostic monitoring system that detects the failure of the cell voltage monitoring device and functions to terminate the charging. For example, a diagnostic monitoring system can be realized by comparing the total battery voltage measured directly and the voltage calculated by summing up each cell voltage.

a) Requirements

Charging for longer periods than specified by the manufacturer shall not cause a fire or explosion.

b) Test

The test shall be carried out in an ambient temperature of 25 °C ± 5 °C. Each test cell shall be discharged at a constant current of 0,2 I_t A to a final voltage specified by the manufacturer. Sample cells shall then be charged with a constant current equal to the maximum specified charging current of the battery system until the voltage reaches the maximum voltage value that is possible under the condition where the original charging control does not work. 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-minute period) or returns to ambient temperature.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.2.6 Forced discharge test (cell or cell block)

a) Requirements

A cell in a multi-cell application shall withstand a forced discharge without causing a fire or explosion.

b) Test

A discharged cell is subjected to a forced discharge at a constant current of 1,0 I_t A for a test period of 90 min. At the end of the test period, a visual inspection shall be performed.

If the voltage in discharge reaches the target voltage shown below within the test period, the voltage shall be kept at the target voltage by reducing the current for the remaining test period. The target voltage is determined as follows:

i) If the battery system is provided with two or more independent protection(s) or control(s) for discharging voltage control or the battery system has only a single cell or cell block:

Target voltage = – (upper limit charging voltage of the cell)

ii) If the battery system is provided with only a single or no protection for the discharging voltage control:

Target voltage = – [upper limit charging voltage of the cell × (n-1)].

where n is the number of cells connected in series in the battery system.

If the maximum discharging current of the cell is less than 1,0 I_t A, perform a reverse charging at the current for the test period shown below:

$$t = \frac{1I_t}{I_m} \times 90$$

where

t is the test period (min.);

I_m is the maximum discharging current of the cell (A).

NOTE An example of the two or more independent protection(s) or control(s) is as follows:

A measurement device to monitor each cell voltage in a battery system, and a function to terminate the discharging process when at least one of the cell voltages reaches the cut off voltage or the lower limit discharging voltage.

and

A diagnostic monitoring system which detects the failure of the cell voltage monitoring device and functions to open the discharge circuit. For example, a diagnostic monitoring system can be realized by comparing the total battery voltage measured directly and the voltage calculated by summing up each cell voltage.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.3 Considerations for internal short-circuit – Design evaluation

7.3.1 General

The purpose of the test is to determine that an internal short-circuit within a cell will not result in fire of the entire battery system or fire propagating outside the battery system. This shall be demonstrated either at the cell level according to 7.3.2 internal short-circuit test or at the battery system level according to 7.3.3 propagation test.

7.3.2 Internal short-circuit test (cell)

a) Requirement

A forced internal short-circuit test for cylindrical cells and prismatic cells shall not cause fire. Cell manufacturers shall keep a record to meet the requirements. A new design evaluation shall be done by the cell manufacturer after testing is conducted by the cell manufacturer or a third party test house.

b) Test

Refer to 8.3.9 of IEC 62133:2012 for the test method except for the test temperature. All the tests are carried out in an ambient temperature of 25 °C ± 5 °C.

The sample preparation procedure may be changed from the procedure outlined in IEC 62133 prior to performing the final pressing process with the corresponding charging procedure according to 8.3.9 of IEC 62133:2012. For example:

– the nickel particle may be inserted into a discharged electrode element and then charged, or

– the nickel particle may be inserted into the electrode element before electrolyte filling and then it may be assembled, filled with electrolyte and charged. In these assemblies, a polyethylene bag and/or an aluminium-laminated bag can be used instead of the metal case for the actual cell.

In the case of a prismatic cell with either a stacking type or folding type electrode element, the nickel particle should be inserted at the centre of the end positive and negative electrode pair, and the maximum pressing pressure is 400 N.

To judge that an internal short between the positive and negative electrodes or substrate has occurred, it is acceptable to use a voltage drop less than 50 mV if a high accuracy voltage meter with enough accuracy to detect the voltage drop is used, and the actual short-circuit location can be confirmed with an inspection of the internal short-circuit location on the sample after the test.

The applied pressure and the voltage behaviour shall be recorded, and the appearance of the short-circuit location shall be recorded by photograph or other means.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosion.

7.3.3 Propagation test (battery system)

a) Requirement

This test evaluates the ability of a battery system to withstand a single cell thermal runaway event so that a thermal runaway event does not result in the battery system fire.

b) Test

The battery system is fully charged and then left until the cells stabilize in an ambient temperature of 25 °C ± 5 °C. One cell in the battery system is heated until the cell enters into thermal runaway, for example, using resistive heating or through thermal conductive heat transfer using an external heat source. The method used to create a thermal runaway in one cell is to be described and documented in the test report. After thermal runaway in the cell is initiated, the heater is turned off and battery system is observed for 1 h.

Other methods than the examples noted above to initiate thermal runaway in one cell are allowed. See Annex B.

c) Acceptance criteria

No external fire from the battery system or no battery case rupture.

If the battery system has no outer covering, the manufacturer shall specify the area for fire protection.

NOTE Fire caused by the first cell is acceptable because the first thermal runaway is intentionally made for the test purpose as a trigger.

8 Battery system safety (considering functional safety)

8.1 General requirements

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

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

A process hazard, risk assessment and mitigation of the battery system shall 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) 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.

8.2 Battery management system (or battery management unit)

8.2.1 Requirements for the BMS

The BMS evaluates the condition of cells and batteries, and it maintains cells and batteries within the specified cell operating region. The BMS shall be designed according to the safety integrity level (SIL) target defined in 8.1 c). Key factors of the cell operating region are voltage, temperature and current. (See Figure A.1)

To evaluate the charge control that affects safety, the battery system manufacturers shall perform the tests mentioned in 8.2.2 to 8.2.4.

For these tests, the battery system includes the BMS function in the application side as well, 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 5.

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 5.

NOTE 3 The BMS is sometimes also referred to as a BMU (battery management unit).

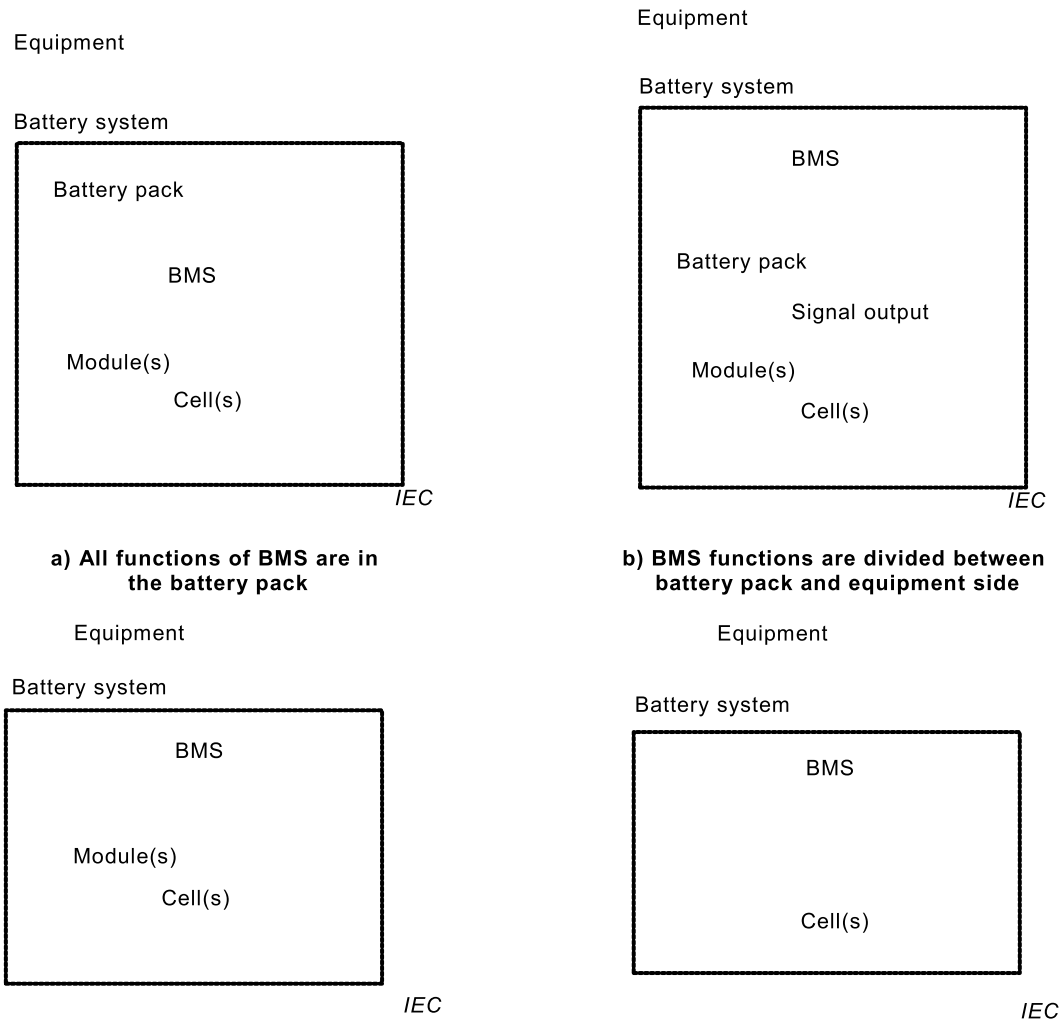


Figure 5 – Examples of BMS locations and battery system configurations

8.2.2 Overcharge control of voltage (battery system)

a) Requirement

The BMS shall control the charging voltage below the upper limit charging voltage of the cells.

b) Test

The test shall be carried out in an ambient temperature of 25 °C ± 5 °C and under normal operating conditions with the cooling system (if any) operating (main contactors are closed with the battery system controlled by the BMS). Each test battery system shall be discharged at a constant current of 0,2 I_t A, to a final voltage specified by the manufacturer. Sample batteries shall then be charged at the maximum current of the recommended charger with set voltage exceeding the upper limit charging voltage by 10 % for each cell in the battery.

The exceeded voltage can be applied by an additional charger if it is difficult to do it by the original charger. Also the exceeded voltage can be applied to only a part of the system such as the cell(s) in the battery system, if it is difficult to do it in using the whole battery system. See Figure 6.

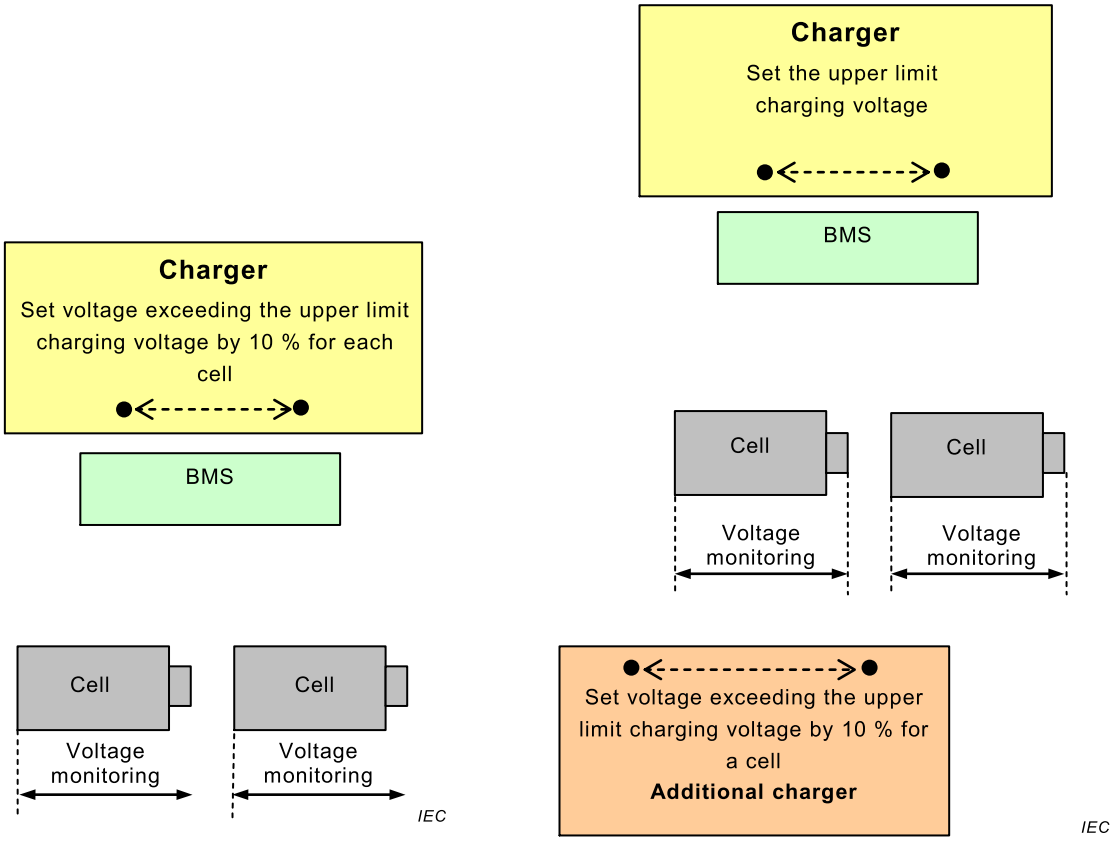
The test shall be carried out until the BMS terminates the charging, which should occur before reaching 110 % of the upper limit charging voltage. Data acquisition/monitoring

shall be continued for 1 h after charging is stopped. All functions of the battery system shall be fully operational as designed during the test.

c) Acceptance criteria

No fire, no explosiyon.

The BMS shall interrupt the overcharging current by an automatic disconnect of the main contactors in order to protect the battery system against further related severe effects.



a) The exceeded voltage is applied to a whole battery system

b) The exceeded voltage is applied to only a part such as a cell in the battery system

Figure 6 – Example of the circuit configuration for overcharge control of voltage

8.2.3 Overcharge control of current (battery system)

a) Requirement

In case the input current to the cells and batteries exceeds the maximum charging current of the cells, the BMS shall interrupt the charging to protect the battery system from hazards related to charging currents above the cells specified maximum charging current.

NOTE If the maximum ability of charging current of the system is lower than the maximum charging current for the battery, this test can be waived.

b) Test

The test shall be carried out in an ambient temperature of 25 °C ± 5 °C and under normal operating conditions with the cooling system (if any) operating (main contactors closed with the battery system being controlled by the BMS). Each test battery system shall be discharged at a constant current of 0,2 I_t A, to a final voltage specified by the manufacturer. Sample batteries shall then be charged at a current exceeding the maximum charging current by 20 %. Data acquisition/monitoring shall be continued for 1 h after charging is stopped. All functions of the battery system shall be fully operational as designed during the test.

c) Acceptance criteria

The BMS shall detect the overcharging current and shall control the charging below the maximum charging current in order to protect the battery system against further related severe effects.

No fire, no explosion.

8.2.4 Overheating control (battery system)

a) Requirement

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 25 °C ± 5 °C and under normal operating conditions (main contactors are closed with battery system being controlled by the BMS) with the exception that the cooling system, if provided, shall be disconnected. Each test battery system shall be discharged at a constant current of 0,2 I_t A, to a final voltage specified by the manufacturer. Sample batteries shall then be charged at the recommended current to a 50 % state of charge. The temperature of the battery system shall be increased to 5 °C above the maximum operating temperature. The charging is continued at the elevated temperature until the BMS terminates the charging. Data acquisition/monitoring shall be continued for one hour after the sequence is stopped (e.g. the BMS has terminated charging).

c) Acceptance criteria

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 fire, no explosion.

9 Information for safety

The use, and particularly abuse, of secondary lithium cells and batteries may result in the creation of hazards and may 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 end-users of the potential hazards arising from the use of equipment containing secondary lithium cells and batteries.

10 Marking and designation

Refer to Clause 5 of IEC 62620:2014.

Annex A
(normative)

Operating region of cells for safe use

A.1 General

This annex explains how to determine the operating region of the cell to ensure the safe use of the cell. The operating region is specified by the charging conditions such as the upper limit of charging voltage and cell temperature, which ensure the safety of cells.

The cell manufacturers should stipulate the information on the operating region in the specification of cell, for the safety precautions to the customers such as the manufacturers of battery packs and systems. A suitable protection device and function should also be provided in the battery control system, for possible failure of the charging control.

The limits of the operating region are specified for the minimum safety, and different from the charging voltage and temperature to optimize the performance of the cell such as cycle life.

A.2 Charging conditions for safe use

In order to ensure the safe use of cells, the cell manufacturers should set the upper limit of the voltage and the temperature of cell to be applied during charging. The cell should be charged within a predefined temperature range (standard temperature range) at the voltage not exceeding the upper limit. The cell manufacturer may also set a temperature range higher or lower than the standard temperature range, provided that the safety measures, such as lowered charging voltage, are taken. The operating region means such range of voltage and temperature where the cell can be used safely. The maximum charging current may also be set for the operating region.

The same operating region can apply to a newly developed cell, if it has the same electrode material, thickness, design, and separator as the original cell, and less than 120 % of the rated capacity of the original cell. The new cell can be considered as the same product series cell.

A.3 Consideration on charging voltage

The charging voltage is applied for cells so as to promote the chemical reaction during charging. However, if the charging voltage is too high, excessive chemical reactions or side reactions occur, and the cell becomes thermally unstable. Consequently, it is most important that the charging voltage never exceeds the value specified by the cell manufacturer (i.e. the upper limit of charging voltage). When a cell is charged at a higher voltage than the upper limit charging voltage, excess amount of lithium ion is deintercalated from the positive electrode active material, and its crystalline structure tends to collapse. In these conditions, when an internal short-circuit occurs, thermal runaway can more easily occur than it does for cells charged in the predefined operating region. Consequently, the cells should never be charged at a higher voltage than the upper limit charging voltage.

The upper limit charging voltage should be set by the cell manufacturer based on the verification tests, with showing the results, for example, as follows:

– test results which verify the stability of the crystalline structure of the positive material;
– test results which verify the acceptance of lithium ions into the negative electrode active material when the cell is charged at the upper limit charging voltage;

– test results which verify that the cells charged at the upper limit charging voltage are tested by the safety test in Clause 6 at the upper limit of the standard temperature range, and the acceptance criteria of each test are met.

A.4 Consideration on temperature

Charging produces a chemical reaction and is affected by temperature. The amount of side reactions or the condition of the reaction products during charging is dependent on temperature. The charging in low or high temperature range is considered to cause more side reactions, and is more severe from a safety viewpoint, than in the standard temperature range where the upper limit charging voltage is safely applicable. Consequently, the charging voltage and/or the charging current should be reduced from the upper limit charging voltage and/or the maximum charging current in both the low temperature range and the high temperature range.

A.5 High temperature range

When a cell is charged at a higher temperature than the standard temperature range, the safety performance of the cell tends to decrease due to lower stability of the crystalline structure. Also, in the high temperature range, the thermal runaway tends to occur by relatively small change in temperature.

As a result, the charging of cells in the high temperature range should be controlled as follows:

– when the surface temperature of cell is within the high temperature range specified by the cell manufacturer, specific charging conditions, such as lower charging voltage and current, are applied;
– when the surface temperature of cell is higher than the upper limit of the high temperature range, the cell should never be charged under any charging current.

A.6 Low temperature range

When a cell is charged in the low temperature range, the mass transfer rate decreases and the lithium-ion insertion rate into the negative material becomes low. Consequently, metallic lithium is easy to deposit on the carbon surface. In this condition, the cell becomes thermally unstable and liable to become overheated and to cause the thermal runaway. Also, in the low temperature range, the acceptance of lithium-ions is highly dependent on the temperature. In a lithium battery system that consists of multi-cells in a series connection, the lithium-ion acceptability of each cell differs depending on the cell temperature, which reduces the safety of battery system.

As a result, the charging of cells in the low temperature range should be controlled as follows:

– when the surface temperature of cell is within the low temperature range specified by the cell manufacturer, specific charging conditions, such as lower charging voltage and current, are applied;
– when the surface temperature of cell is below the lower limit of the lower temperature range, the cell should never be charged under any charging current.

A.7 Discharging conditions for safe use

The main parameters to ensure safety during discharging are voltage, current, and temperature. Voltage should always be above the lower limit discharging voltage of the cell. Current should never exceed the maximum current defined by the cell manufacturer. The temperature should always be within the temperature limits (low and high limits).The cell voltage should be controlled above the lower limit discharging voltage of the cell to avoid unexpected critical failure. In addition, a cut off voltage above the lower limit discharging

voltage is specified by the cell manufacturer in order to keep a proper margin for the cell operating region and to optimize performance of the cell.

A.8 Example of operating region

Figure A.1 illustrates a typical example of an operating region for charging. In temperature range higher or lower than the standard temperature range, it is permissible to charge the cell provided that a lower charging voltage and/or current are used. The operating range can be specified with a step shape which is shown in Figure A.1, or with diagonal lines. Figure A.2 illustrates an example of an operating region for discharging.

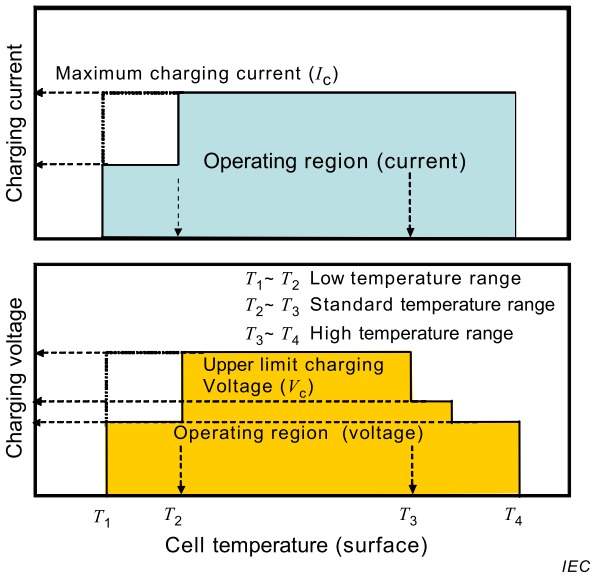


Figure A.1 – An example of operating region for charging of typical lithium-ion cells

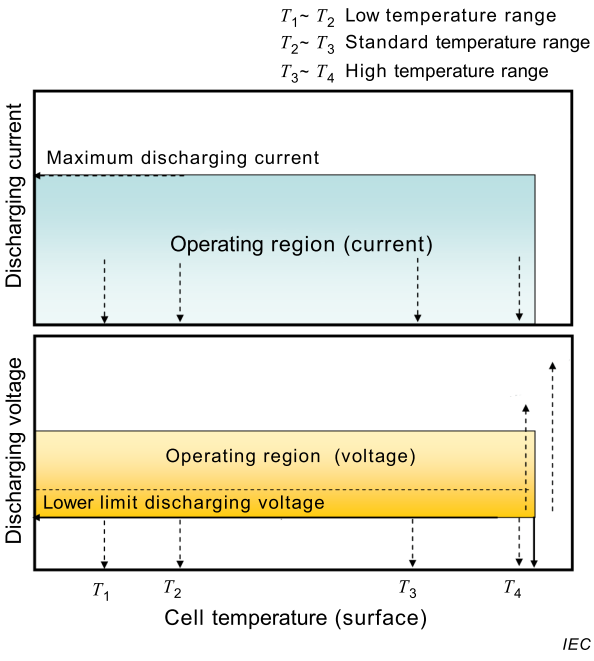


Figure A.2 – An example of operating region for discharging of typical lithium-ion cells

Annex B
(informative)

Procedure of propagation test (see 7.3.3)

B.1 General

The method for developing a thermal runaway of the cell can be chosen from one of the candidate methods identified in Clause B.3 below. The testing entity should contact the cell or battery manufacturer to get a detailed procedure for the cell thermal runaway.

NOTE The purpose of this test is not an evaluation of a single cell but an evaluation of propagation behaviour inside the battery system. Therefore, the following methods which create thermal runaway do not simulate internal short-circuit of the cell, but a propagation trigger.

B.2 Test conditions

1) The battery is fully charged according to the manufacturer-recommended conditions.
2) A target cell is intended to be forced into thermal runaway as a trigger of the test. When the battery contains three or more cells, end cells in the battery configuration may not be chosen as the target cell, i.e. the target cell has at least two other cells nearby.
3) This test can be carried out with a specially prepared sample, which may have a heater or a hole for nail penetration provided for ease of testing. However the special feature provided for ease of testing should not affect the heat diffusion of the battery.

B.3 Methods for initiating the thermal runaway can include

1) Heating

   The target cell shall be heated by the following methods. Each method should heat only the target cell. The heat source should be turned off when the target cell is forced into thermal runaway.

   – Heating by heater
   – Heating by burner
   – Heating by laser
   – Heating by inductive heating

2) Overcharge

   A cell is overcharged with the manufacturer-recommended conditions until the target cell is forced into thermal runaway. Any other cells in the battery shall not be overcharged. If the cell is designed to have a current interrupt device (CID), a cell whose CID was altered to be non-functional may be used.

3) Nail penetration of the cell

   A cell is penetrated with a nail to create a short circuit between the positive and negative electrodes. The nail may be heated prior to the test.

4) Combination of the above methods
5) Other method(s) which are determined to be appropriate method(s) by theory and supporting data.

Annex C
(informative)

Packaging

The goal of packaging of secondary cells and batteries for transport is to prevent opportunities for short-circuit, mechanical damage and possible ingress of moisture. The materials and pack design should be chosen so as to prevent the development of unintentional electrical conduction, corrosion of the terminals and ingress of environmental contaminants.

Lithium cells, modules, battery packs, and battery systems are regulated by ICAO, IATA, IMO and other government agencies. Refer to IEC 62281 for additional information.

Bibliography

IEC 60050-482:2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 482: Primary and Secondary cells and batteries*

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

IEC 60812, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure modes and effects analysis (FMEA)*

IEC 61025, *Fault tree analysis (FTA)*

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, *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 61960, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications*

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

IEC 62660 (all parts), *Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles*

IEC 62281, *Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport*

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

_____

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 34
1 Domaine d'application 36
2 Références normatives 36
3 Termes et définitions 37
4 Tolérances de mesure relatives aux paramètres 39
5 Considérations générales de sécurité 40
5.1 Généralités 40
5.2 Isolement et câblage 40
5.3 Échappement de gaz 40
5.4 Gestion de la température, de la tension et du courant 41
5.5 Borne de contacts du groupe batteries et/ou du système de batterie 41
5.6 Assemblage d'éléments, de modules ou de groupes batteries dans des systèmes de batteries 41
5.6.1 Généralités 41
5.6.2 Conception du système de batterie 41
5.7 Région de fonctionnement des éléments et systèmes de batteries au lithium pour une utilisation en toute sécurité 42
5.8 Plan qualité 42
6 Conditions des essais de type 42
6.1 Généralités 42
6.2 Éléments soumis à essai 42
7 Exigences spécifiques et essais 43
7.1 Procédures de charge pour les besoins des essais 43
7.2 Utilisation abusive raisonnablement prévisible 44
7.2.1 Essai de court-circuit externe (élément ou bloc d'éléments) 44
7.2.2 Essai de choc (élément ou bloc d'éléments) 44
7.2.3 Essai de chute (élément ou bloc d'éléments et système de batterie) 45
7.2.4 Essai de température abusive (élément ou bloc d'éléments) 47
7.2.5 Essai de surcharge (élément ou bloc d'éléments) 48
7.2.6 Essai de décharge forcée (élément ou bloc d'éléments) 48
7.3 Considérations relatives au court-circuit interne – Évaluation de conception 49
7.3.1 Généralités 49
7.3.2 Essai de court-circuit interne (élément) 49
7.3.3 Essai de propagation (système de batterie) 50
8 Sécurité du système de batterie (en tenant compte de la sécurité fonctionnelle) 50
8.1 Exigences générales 50
8.2 Système de gestion de batterie (ou unité de gestion de batterie) 51
8.2.1 Exigences pour le BMS 51
8.2.2 Contrôle de surcharge de tension (système de batterie) 52
8.2.3 Contrôle de surcharge du courant (système de batterie) 53
8.2.4 Contrôle de surchauffe (système de batterie) 54
9 Informations pour la sécurité 54
10 Marquage et désignation 54
Annexe A (normative) Région de fonctionnement des éléments pour une utilisation en toute sécurité 55
A.1 Généralités 55

A.2 Conditions de charge pour une utilisation en toute sécurité 55
A.3 Considérations concernant la tension de charge 55
A.4 Considérations relatives à la température 56
A.5 Plage de températures élevée 56
A.6 Plage de températures basses 56
A.7 Conditions de décharge pour une utilisation en toute sécurité 57
A.8 Exemple de région de fonctionnement 57
Annexe B (informative) Procédure d'essai de propagation (voir 7.3.3) 59
B.1 Généralités 59
B.2 Conditions d'essai 59
B.3 Méthodes d'initiation de l'emballement thermique pouvant inclure: 59
Annexe C (informative) Emballage 60
Bibliographie 61

Figure 1 – Configuration de l'essai de choc 45
Figure 2 – Point d'impact 47
Figure 3 – Configuration pour l'essai de chute sur le bord le plus court 47
Figure 4 – Configuration pour l'essai de chute sur le coin 47
Figure 5 – Exemples d'emplacements du BMS et de configurations du système de batterie 52
Figure 6 – Exemple de configuration de circuit pour le contrôle de surcharge de tension 53
Figure A.1 – Exemple de région de fonctionnement pour la charge des éléments types au lithium 57
Figure A.2 – Exemple de région de fonctionnement pour la décharge des éléments types au lithium 58

Tableau 1 – Effectif d'échantillon pour les essais d'homologation 43
Tableau 2 – Méthode et condition de l'essai de chute 46

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

ACCUMULATEURS ALCALINS ET AUTRES ACCUMULATEURS À ÉLECTROLYTE NON ACIDE – EXIGENCES DE SÉCURITÉ POUR LES ACCUMULATEURS AU LITHIUM POUR UTILISATION DANS DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A 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 62619 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 est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21A/617/FDIS	21A/624/RVD

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

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

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

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

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 – EXIGENCES DE SÉCURITÉ POUR LES ACCUMULATEURS AU LITHIUM POUR UTILISATION DANS DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences et les essais pour le fonctionnement en toute sécurité des éléments et des batteries d'accumulateurs au lithium utilisés dans des applications industrielles, y compris les applications stationnaires.

En cas d'existence d'une norme IEC spécifiant des conditions d'essai et des exigences pour des éléments destinés à des applications particulières, et qui serait en contradiction avec le présent document, la publication particulière est appliquée en priorité (par exemple, la série IEC 62660 sur les véhicules routiers).

Ci-après figurent des exemples d'applications utilisant les éléments et les batteries inclus dans le domaine d'application du présent document.

- Applications stationnaires: télécommunications, alimentation sans interruption (ASI), système de stockage d'énergie électrique, sélecteur de service, alimentation de secours et applications similaires.
- Applications mobiles: chariot élévateur à fourche, voiturette de golf, véhicule à guidage automatique (AGV), ferroviaire et marine, à l'exclusion des véhicules routiers.

Étant donné que le présent document couvre les batteries destinées à différentes applications industrielles, il inclut ces exigences qui sont communes et minimales pour les différentes applications.

La sécurité électrique est incluse uniquement dans le cadre de l'analyse des risques de l'Article 8. Concernant les détails en matière de sécurité électrique, les exigences normalisées relatives à l'application finale sont à prendre en compte.

Le présent document s'applique aux éléments et aux batteries. Si la batterie est divisée en unités plus petites, l'unité plus petite peut être soumise à essai pour représenter la batterie. Le fabricant déclare clairement l'unité soumise à essai. Il peut ajouter des fonctions, qui sont présentes dans la batterie finale, à l'unité soumise à essai.

2 Références normatives

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

IEC 62133:2012*, 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*

IEC 62620:2014, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Éléments et batteries d'accumulateurs au lithium pour utilisation dans les applications industrielles*

Guide ISO/IEC 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 les définitions du Guide ISO/IEC 51, 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 tout risque inacceptable

3.2
risque
combinaison de la probabilité d'occurrence de nuisance et de la sévérité de cette nuisance

3.3
dommage
blessure physique ou atteinte à la santé des personnes, ou dommage causé aux biens ou à l'environnement

3.4
danger
source potentielle de dommage

3.5
utilisation prévue
utilisation d'un produit, procédé ou service conformément aux spécifications, aux instructions et aux informations données par le fournisseur

3.6
utilisation abusive 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

3.7
élément d'accumulateur au lithium
élément
élément d'accumulateur dont l'énergie électrique provient des réactions d'insertion/d'extraction d'ions lithium ou des réactions d'oxydoréduction du lithium entre l'électrode négative et l'électrode positive

Note 1 à l'article: L'élément comprend typiquement un électrolyte qui est généralement constitué d'un composé de sel de lithium et de solvant organique sous forme liquide, gel ou solide et possède un boîtier en métal ou en stratifié. Il est impropre à l'utilisation pour une application, car il n'est pas encore équipé de son habillage final, ni de ses bornes et de dispositif de contrôle électronique.

3.8
bloc d'éléments
groupe d'éléments connectés ensemble en parallèle avec ou sans dispositif de protection (fusible ou CTP, par exemple) et circuit de surveillance

Note 1 à l'article: Il est impropre à l'utilisation pour une application, car il n'est pas encore équipé de son habillage final, ni de ses bornes et de dispositif de contrôle électronique.

3.9
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

3.10
groupe batteries
bloc de batteries
dispositif de stockage de l'énergie, composé d'un ou de plusieurs éléments ou modules reliés électriquement

Note 1 à l'article: Il inclut un circuit de surveillance, qui fournit des informations (la tension d'un élément, par exemple) à un système de batterie.

Note 2 à l'article: Il peut comporter un boîtier de protection et être équipé de bornes ou un autre arrangement d'interconnexion.

3.11
système de batterie
batterie
système composé d'un ou de plusieurs éléments, modules ou groupes batteries

Note 1 à l'article: Il inclut un système de gestion de batterie assurant la coupure en cas de surcharge, de surintensité, de surdécharge et de surchauffe.

Note 2 à l'article: La coupure après surdécharge n'est pas obligatoire en cas d'accord entre le fabricant de l'élément et le client.

Note 3 à l'article: Le système de batterie peut être doté d'unités de refroidissement ou de chauffage.

3.12
système de gestion de batterie
BMS
système électronique associé à une batterie qui assure la coupure en cas de surcharge, de surintensité, de surdécharge et de surchauffe

Note 1 à l'article: Il 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 en service de la batterie.

Note 2 à l'article: La coupure après surdécharge n'est pas obligatoire en cas d'accord entre le fabricant de l'élément et le client.

Note 3 à l'article: La fonction du BMS peut être attribuée à un groupe batteries ou au matériel qui utilise la batterie (voir la Figure 5)

Note 4 à l'article: Le BMS peut être divisé et peut se trouver partiellement dans le groupe batteries et sur le matériel qui utilise la batterie (voir la Figure 5)

Note 5 à l'article: Le BMS est parfois également appelé BMU (unité de gestion de batterie)

Note 6 à l'article: L'abréviation «BMS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «battery management system».

3.13
fuite
perte visible d'électrolyte liquide

3.14
échappement de gaz
libération de pression interne excessive d'un élément, d'un module, d'un groupe batteries ou d'un système de batterie obtenue par conception, de manière à prévenir la rupture ou l'explosion

3.15
rupture
défaillance mécanique d'un bac d'élément ou d'un boîtier de 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

3.16
explosion
défaillance qui se produit lorsqu'un bac d'élément ou un boîtier de batterie s'ouvre violemment et que les composants solides sont éjectés de manière violente

Note 1 à l'article: Du liquide, du gaz et de la fumée sont dégagés.

3.17
feu
émission de flammes d'un élément, d'un module, d'un groupe batteries ou d'un système de batterie

3.18
capacité assignée
valeur de la capacité d'un élément ou d'une batterie déterminée dans des conditions spécifiées et déclarées par le fabricant

Note 1 à l'article: La capacité assignée est la quantité d'électricité C_n Ah (ampères-heures) indiquée par le fabricant, qu'un élément individuel ou une batterie est capable de restituer en n h après charge, repos et décharge, dans les conditions spécifiées dans l'IEC 62620:2014, en 6.3.1.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modifiée – Addition de la Note 1 à l'article.]

3.19
limite supérieure de la tension de charge
tension de charge la plus élevée dans la région de fonctionnement de l'élément, spécifiée par le fabricant de l'élément

3.20
courant de charge maximum
courant de charge maximum dans la région de fonctionnement de l'élément, spécifié par le fabricant de l'élément

3.21
emballement thermique
accroissement important et incontrolé de la température d'un élément entrainé par une réaction exothermique

3.22
limite inférieure de la tension de décharge
tension de décharge la plus basse spécifiée par le fabricant de l'élément

4 Tolérances de mesure relatives aux paramètres

La précision globale des valeurs contrôlées ou mesurées, par rapport aux paramètres spécifiées ou réels, doit respecter les tolérances suivantes:

a) ± 0,5 % pour la tension;

b) ± 1 % pour le courant;

c) ± 2 °C pour la température;

d) ± 0,1 % pour le temps;

e) ± 1 % pour la masse;

f) ± 1 % pour les dimensions.

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

Les détails relatifs aux appareils utilisés doivent être fournis dans chaque rapport de résultats.

5 Considérations générales de sécurité

5.1 Généralités

La sécurité des éléments et des batteries d'accumulateurs au lithium exige la prise en compte de deux ensembles de conditions d'utilisation:

a) l'utilisation normale;

b) l'utilisation abusive raisonnablement prévisible.

Les éléments et les batteries d'accumulateurs doivent être conçus et construits de manière telle qu'ils soient sûrs dans les conditions d'utilisation prévues et dans les conditions d'utilisation abusives raisonnablement prévisible. Par ailleurs, les éléments et les batteries d'accumulateurs utilisés dans les conditions d'utilisation prévue doivent non seulement être sûrs mais doivent aussi continuer à être fonctionnels en tous points.

Il est admis que les éléments ou batteries d'accumulateurs soumis à à une utilisation abusive puissent être défaillants. Toutefois, même si ce type de situation se produit, ils ne doivent pas présenter de dangers significatifs.

Les dangers potentiels qui font l'objet du présent document sont:

a) le feu,

b) l'éclatement/une explosion,

c) le court-circuit électrique critique suite à une fuite de l'électrolyte d'un élément,

d) l'échappement de gaz produisant en continu des gaz inflammables,

e) la rupture du boîtier de l'élément, du module, du groupe batteries et du système de batterie avec exposition des composants internes.

La conformité de 5.1 à 5.6 est vérifiée par les essais des Articles 6, 7 et 8, et conformément à la norme appropriée (voir l'Article 2).

5.2 Isolement et câblage

Le câblage interne et son isolement doivent être suffisants pour satisfaire aux exigences maximales prévisibles de tension, de courant, de température, d'altitude et d'humidité. La conception du câblage doit être telle que les distances adéquates d'isolement et les lignes de fuite soient maintenues entre les conducteurs. L'intégrité mécanique de l'ensemble du système de batterie (élément/module/BMS) et de ses connexions doit être suffisante pour satisfaire aux conditions d'utilisation abusives raisonnablement prévisibles.

5.3 Échappement de gaz

Le boîtier d'un élément, d'un module, d'un groupe batteries et d'un système de batterie doit intégrer un mécanisme de libération de pression qui prévient toute rupture ou explosion. Si le surmoulage est utilisé pour maintenir les éléments dans un boîtier extérieur, le type de produit et la méthode de surmoulage ne doivent entraîner ni une surchauffe du système de 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

La conception des batteries doit être de nature à prévenir tout échauffement anormal. Les systèmes de batteries doivent être conçus dans les limites de tension, de courant et de température spécifiées par le fabricant de l'élément. Les systèmes de batteries doivent être accompagnés de spécifications et d'instructions de charge pour les fabricants de matériel, de façon à concevoir les chargeurs associés en maintenant la charge dans les limites spécifiées de tension, de courant et de température.

NOTE Le cas échéant, des moyens peuvent être mis en œuvre pour limiter le courant à des niveaux sûrs au cours de la charge et de la décharge.

5.5 Borne de contacts du groupe batteries et/ou du système de batterie

Les bornes doivent avoir un ou des marquages clairs de polarité sur la surface externe du groupe batteries ou du système de batterie.

NOTE Exception: les groupes batteries avec connecteurs extérieurs à détrompeur conçus pour être connectés à des produits finaux spécifiques n'ont pas besoin de porter de marquages de polarité si la conception du connecteur extérieur empêche les connexions avec inversion de polarité.

La taille et la forme des contacts des bornes doivent permettre le transport du courant maximal prévu. Les surfaces de contact des bornes externes doivent être constituées de matériaux conducteurs, avec une bonne résistance mécanique et une bonne résistance à la corrosion. Les contacts de borne doivent être disposés de manière à limiter le risque de court-circuit (par des outils en métal, par exemple).

5.6 Assemblage d'éléments, de modules ou de groupes batteries dans des systèmes de batteries

5.6.1 Généralités

L'assemblage d'éléments, modules ou de systèmes de batteries qui constituent un système de batterie doit respecter les règles suivantes afin d'assurer un support adéquat d'atténuation des risques dans le système de batterie :

- Chaque système de batterie doit présenter une ou des méthodes de commande et de protection indépendantes.
- Le fabricant d'éléments doit donner des recommandations concernant les limites de courant, de tension et de température pour permettre au fabricant/concepteur du système de batterie d'assurer une conception et un assemblage convenables.
- Les batteries conçues pour la décharge sélective d'une partie de leurs éléments connectés en série doivent être munies de circuits séparés permettant d'éviter l'inversion des éléments provoquée par une décharge inégale.
- Il convient d'ajouter, si nécessaire, des composants aux circuits de protection et de tenir compte de l'application du dispositif final.

5.6.2 Conception du système de batterie

La fonction de réglage de tension de la conception du système de batterie doit garantir que la tension de chaque élément ou bloc d'éléments ne doit pas dépasser la limite supérieure de la tension de charge spécifiée par le fabricant des éléments, sauf si les dispositifs d'application stationnaire ou mobile fournissent une fonction de réglage de tension équivalente.

Pour ce qui concerne le système de batterie, il convient que le fabricant de la batterie tienne compte des points suivants:

Dans le cas d'un système de batterie doté de plusieurs éléments, modules ou groupes batteries individuels connectés en série, il est recommandé que les tensions de l'un des éléments ou blocs individuels d'éléments ne dépassent pas la limite supérieure de la tension

de charge spécifiée par le fabricant de l'élément, en surveillant la tension de chaque élément ou bloc individuel d'éléments.

5.7 Région de fonctionnement des éléments et systèmes de batteries au lithium pour une utilisation en toute sécurité

Le fabricant de l'élément doit spécifier la région de fonctionnement de l'élément. Le fabricant de la batterie doit concevoir le système de batterie en fonction de la région de fonctionnement de l'élément. La détermination de la région de fonctionnement de l'élément est expliquée à l'Annexe A.

5.8 Plan qualité

Le fabricant de systèmes de batteries doit préparer et mettre en œuvre un plan qualité qui définit les procédures d'examen des matériaux, des composants, des éléments, des modules, des groupes batteries et des systèmes de batteries, et qui couvre l'ensemble du processus de production de chaque type d'élément, de module, de groupe batteries et de système de batterie (ISO 9001, etc.). Il convient que les fabricants comprennent leurs capacités de traitement et il convient qu'ils mettent en place les contrôles de processus nécessaires concernant la sécurité des produits.

6 Conditions des essais de type

6.1 Généralités

Un système de batterie utilisé hors de sa région de fonctionnement peut présenter des dangers résultant des éléments ou des batteries. Ces risques sont à prendre en compte afin de préparer un plan d'essai sûr.

Il convient que l'installation d'essai présente une intégrité de structure suffisante et soit dotée d'un système d'extinction du feu de manière à supporter les conditions de surpression et de feu qui peuvent se produire suite à l'essai. Il convient que l'installation soit dotée d'un système de ventilation visant à éliminer et emprisonner les gaz qui peuvent être produits pendant les essais. Il convient de tenir compte, le cas échéant, des dangers de haute tension.

Mise en garde:	**CES ESSAIS UTILISENT DES MÉTHODES QUI PEUVENT CONDUIRE À DES DOMMAGES SI DES PRÉCAUTIONS APPROPRIÉES NE SONT PAS PRISES. IL CONVIENT QUE LES ESSAIS NE SOIENT RÉALISÉS QUE PAR DES TECHNICIENS EXPÉRIMENTÉS ET QUALIFIÉS, UTILISANT UNE PROTECTION ADAPTÉE. POUR ÉVITER LES BRÛLURES, IL CONVIENT DE PRENDRE DES PRÉCAUTIONS, CAR LES BOÎTIERS DE CES ÉLÉMENTS OU DE CES BATTERIES PEUVENT DÉPASSER 75 °C DU FAIT DE L'ESSAI.**

6.2 Éléments soumis à essai

Les essais sont effectués, avec le nombre d'éléments ou de batteries spécifié au Tableau 1, en utilisant des éléments ou des batteries fabriqués depuis moins de six mois. Les éléments ou batteries chargé(e)s selon la méthode spécifiée en 7.1 doivent délivrer au moins la capacité assignée lorsqu'ils/elles sont déchargé(e)s à 25 °C ± 5 °C, à un courant constant de 0,2 I_t A, jusqu'à une tension finale spécifiée. Cette capacité peut être confirmée lors de l'examen d'expédition du fabricant. Dans le cas d'une batterie, la capacité peut être calculée sur la base des mesurages de capacité de l'élément pendant l'examen d'expédition.

Sauf spécification contraire, les essais sont effectués à une température ambiante de 25 °C ± 5 °C.

NOTE Les conditions d'essai s'appliquent seulement aux essais d'homologation et n'impliquent pas que l'utilisation prévue comprenne un fonctionnement dans ces conditions. De la même façon, la limite des six mois est introduite dans un souci de cohérence et n'implique pas que la sécurité de l'élément ou de la batterie soit réduite après six mois.

Tableau 1 – Effectif d'échantillon pour les essais d'homologation

Éléments soumis à essai			Unité d'essai	
Catégorie	**Essai**		**Élément** (voir la Note 1)	**Système de batterie** (voir la Note 2)
Essai de sécurité du produit (sécurité de l'élément et du système de batterie)	7.2.1 Essai de court-circuit externe		R	-
	7.2.2 Essai de choc		R (voir la Note 3)	-
	7.2.3 Essai de chute		R	R
	7.2.4 Essai de température abusive		R	-
	7.2.5 Essai de surcharge		R (voir la Note 4)	-
	7.2.6 Essai de décharge forcée		R	-
	7.3 Considérations relatives au court-circuit interne (choisir l'une des deux options)	7.3.2 Essai de court-circuit interne	R*	-
		7.3.3 Essai de propagation	-	R
Essai de sécurité fonctionnelle (sécurité du système de batterie)	8.2.2 Contrôle de surcharge de la tension		-	R
	8.2.3 Contrôle de surcharge du courant		-	R
	8.2.4 Contrôle de surchauffe		-	R

"R" = exigé (au moins 1)

"R*" = exigé. Pour le nombre d'échantillon, voir l'IEC 62133:2012, 8.3.9

"-" = inutile ou non applicable

NOTE 1 Le fabricant peut utiliser des "blocs d'éléments" à la place des "éléments" pour tous les essais qui spécifient les "éléments" comme étant les unités d'essai dans le présent document. Le fabricant déclare clairement l'unité d'essai pour chaque essai.

NOTE 2 Si le système de batterie est divisé en unités plus petites, l'unité peut être soumise à essai comme étant représentative du système de batterie. Le fabricant peut ajouter des fonctions, qui sont présentes dans le système de batterie final, à l'unité soumise à essai. Le fabricant déclare clairement l'unité soumise à essai.

NOTE 3 Élément cylindrique ou bloc d'éléments: 1 direction, élément parallélépipédique ou bloc d'éléments: 2 directions.

NOTE 4 L'essai est réalisé avec des systèmes de batteries dotés d'une commande ou protection unique pour le réglage de la tension de charge.

7 Exigences spécifiques et essais

7.1 Procédures de charge pour les besoins des essais

Avant la charge, la batterie doit être déchargée à une température ambiante de 25 °C ± 5 °C, à un courant constant de 0,2 I_t A, jusqu'à une tension finale spécifiée.

Sauf indication contraire dans le présent document, les éléments ou les batteries doivent être chargé(e)s à une température ambiante de 25 °C ± 5 °C, selon la méthode spécifiée par le fabricant.

NOTE 1 Pour les essais, les courants de charge et de décharge reposent sur les valeurs de la capacité assignée (C_n Ah). Ces courants sont exprimés sous la forme d'un multiple de I_t A, où: I_t A = C_n Ah/1 h (voir l'IEC 61434).

NOTE 2 Le système de batterie qui ne peut pas être déchargé à un courant constant de 0,2 I_t A peut l'être au courant spécifié par le fabricant.

7.2 Utilisation abusive raisonnablement prévisible

7.2.1 Essai de court-circuit externe (élément ou bloc d'éléments)

a) Exigences

Le court-circuit entre les bornes négative et positive ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

Les éléments totalement chargés sont stockés à une température ambiante de 25 °C ± 5 °C. Chaque élément est ensuite mis en court-circuit en reliant les bornes positive et négative avec une résistance externe totale de 30 mΩ ± 10 mΩ.

Il faut que les éléments restent en essai pendant 6 h ou jusqu'à ce que la température du boîtier s'abaisse de 80 % de l'échauffement maximal atteint, selon ce qui se produit d'abord.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.2.2 Essai de choc (élément ou bloc d'éléments)

a) Exigences

Un impact sur l'élément tel que mentionné ci-dessous ne doit pas provoquer de feu ni d'explosion.

b) Essai

L'élément ou le bloc d'éléments doit être déchargé à un courant constant de 0,2 I_t A, à 50 % SOC.

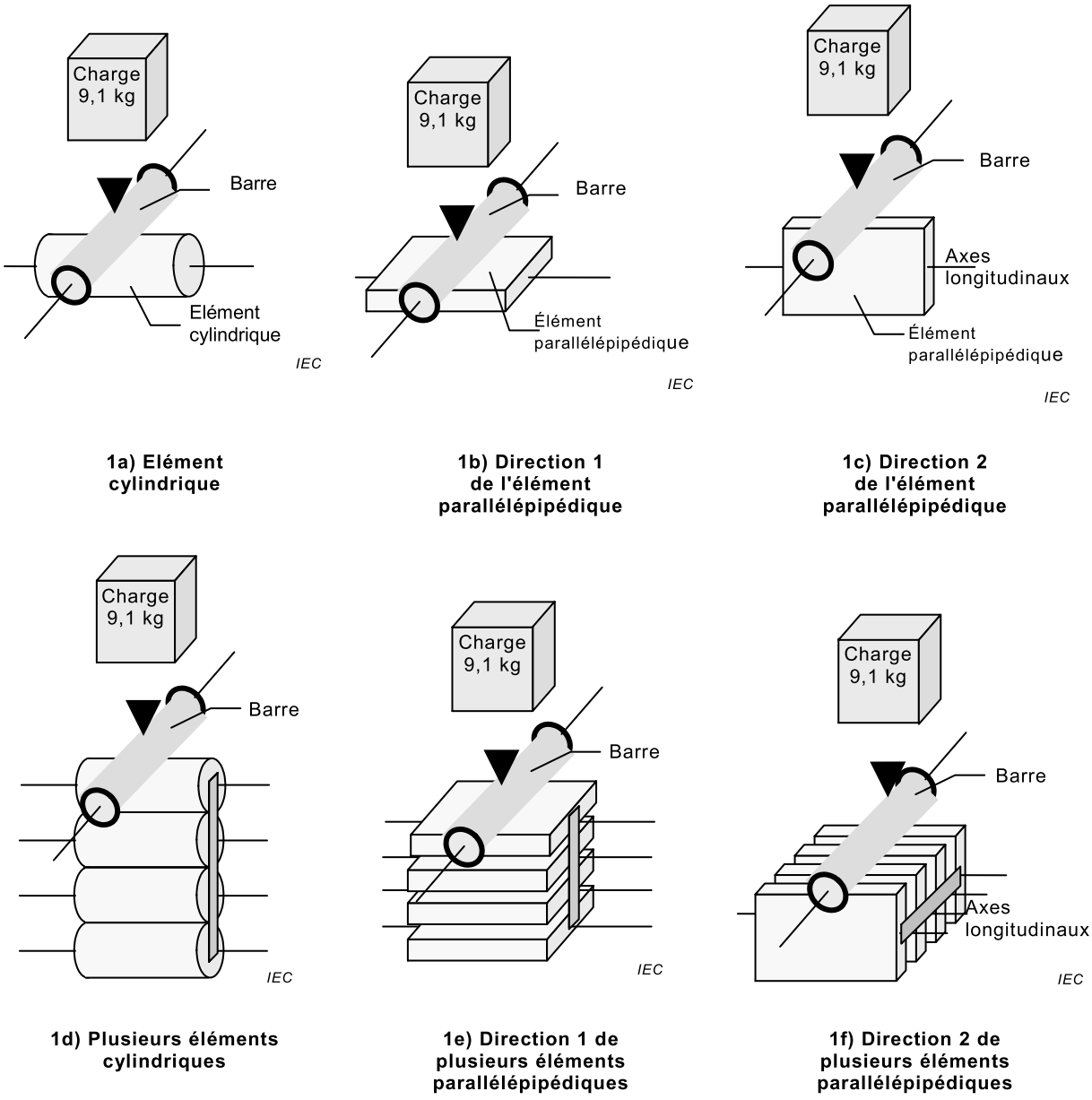
L'élément ou le bloc d'éléments est placé sur un sol plat en béton ou en métal. Une barre en acier inoxydable de type 316, de 15,8 mm ± 0,1 mm de diamètre et d'au moins 60 mm de long ou de la dimension la plus longue de l'élément, selon la valeur la plus importante, est placée au centre de l'élément ou du bloc d'éléments. Un poids rigide de 9,1 kg est alors lâché d'une hauteur de 610 mm ± 25 mm sur la barre placée sur l'échantillon.

Un élément cylindrique ou parallélépipédique est à soumettre au choc, son axe longitudinal étant parallèle au sol plat en béton ou en métal et perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'arrondi de 15,8 mm de diamètre reposant au centre de l'échantillon d'essai. Un élément parallélépipédique est également pivoté de 90 degrés sur son axe longitudinal, de sorte que les côtés large et étroit soient soumis au choc. Chaque échantillon est à soumettre à un seul choc, avec les échantillons séparés à utiliser pour chaque choc (voir la Figure 1).

NOTE Dans le cas d'un sol métallique, un court-circuit externe de l'élément ou de la batterie avec le sol doit être évité au moyen de mesures appropriées.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.



1a) Elément cylindrique

1b) Direction 1 de l'élément parallélépipédique

1c) Direction 2 de l'élément parallélépipédique

1d) Plusieurs éléments cylindriques

1e) Direction 1 de plusieurs éléments parallélépipédiques

1f) Direction 2 de plusieurs éléments parallélépipédiques

NOTE L'élément ou le bloc d'éléments peut être soutenu par un matériau n'ayant aucune influence sur l'essai pour le maintenir en position.

Figure 1 – Configuration de l'essai de choc

7.2.3 Essai de chute (élément ou bloc d'éléments et système de batterie)

7.2.3.1 Généralités

L'essai de chute est réalisé sur un élément ou un bloc d'éléments et un système de batterie. La méthode d'essai et la hauteur de chute sont déterminées par le poids de l'unité d'essai (voir le Tableau 2).

Tableau 2 – Méthode et condition de l'essai de chute

Poids de l'unité d'essai	Méthode d'essai	Hauteur de chute
Moins de 7 kg	Tout	100,0 cm
7 kg ou plus – moins de 20 kg	Tout	10,0 cm
20 kg ou plus – moins de 50 kg	Bord et coin	10,0 cm
50 kg ou plus – moins de 100 kg	Bord et coin	5,0 cm
100 kg ou plus	Bord et coin	2,5 cm
NOTE Si le système de batterie est divisé en unités plus petites, l'unité peut être soumise à essai comme étant représentative du système de batterie. Le fabricant peut ajouter des fonctions, qui sont présentes dans le système de batterie final, à l'unité soumise à essai. Le fabricant doit clairement déclarer l'unité soumise à essai		

7.2.3.2 Essai de chute complet (élément ou bloc d'éléments et système de batterie)

Cet essai est appliqué lorsque le poids de l'unité d'essai est inférieur à 20 kg.

a) Exigences

La chute de l'unité d'essai ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

Chaque unité d'essai complètement chargée est lâchée trois fois d'une hauteur indiquée au Tableau 2 sur un sol plat en béton ou en métal.

Si l'unité d'essai pèse moins de 7 kg, elle est lâchée de manière à obtenir des chocs selon des orientations aléatoires. Si l'unité d'essai pèse au moins 7 kg, mais moins de 20 kg, l'essai doit être réalisé en lâchant l'unité d'essai partie basse vers le bas. La surface inférieure de l'unité d'essai est spécifiée par le fabricant.

Après l'essai, les unités d'essai doivent être mises au repos pendant au moins 1 h et un examen visuel doit ensuite être effectué.

NOTE Dans le cas d'un sol métallique, un court-circuit externe de l'élément ou de la batterie avec le sol doit être évité au moyen de mesures appropriées.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.2.3.3 Essai de chute sur les bords et les coins (élément ou bloc d'éléments et système de batterie)

Cet essai est appliqué lorsque l'unité d'essai pèse 20 kg ou plus.

a) Exigences

La chute de l'unité d'essai ne doit provoquer ni feu ni explosion.

b) Essai

Chaque unité d'essai complètement chargée est lâchée deux fois d'une hauteur indiquée au Tableau 2 sur un sol plat en béton ou en métal. Les conditions d'essai de chute doivent garantir, avec les dispositions d'essai représentées à la Figure 2, à la Figure 3 et à la Figure 4, des points d'impact reproductibles pour l'impact sur le bord le plus court et pour l'impact sur un coin. Les deux impacts, par type, doivent avoir lieu sur le même coin et le même bord le plus court. Pour les chutes sur les coins et les bords, l'unité d'essai doit être orientée de telle sorte qu'une droite tracée du coin/bord à frapper au centre géométrique de l'unité soit approximativement perpendiculaire à la surface d'impact.

NOTE Dans le cas d'un sol métallique, un court-circuit externe de l'élément ou de la batterie avec le sol doit être évité au moyen de mesures appropriées

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

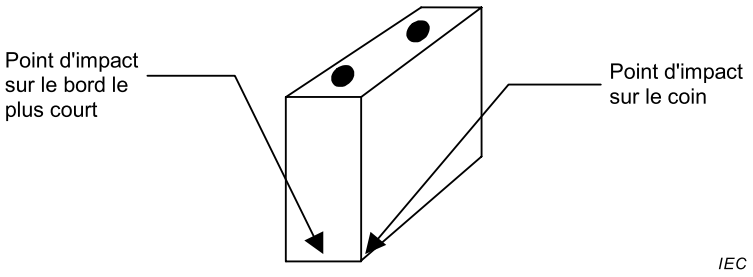


Figure 2 – Point d'impact

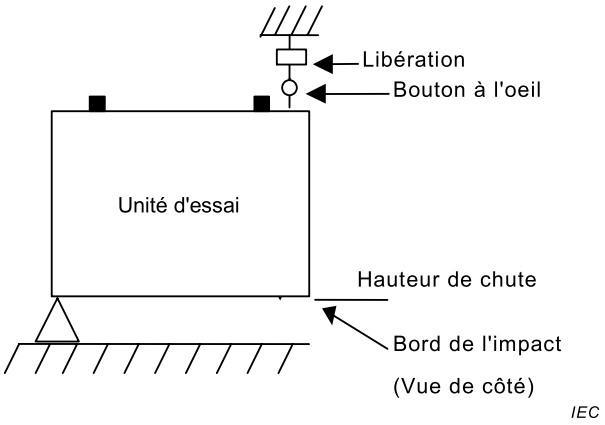
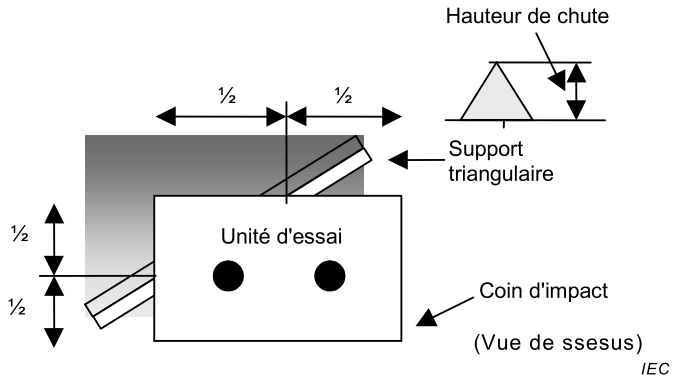


Figure 3 – Configuration pour l'essai de chute sur le bord le plus court



Des unités plus petites peuvent être lâchées manuellement. Si un dispositif de levage est utilisé, il convient qu'il ne transmette pas de forces de rotation ou latérales à l'unité au moment de la libération.

Figure 4 – Configuration pour l'essai de chute sur le coin

7.2.4 Essai de température abusive (élément ou bloc d'éléments)

a) Exigences

Une exposition à des températures élevées ne doit causer ni feu ni explosion.

b) Essai

Chaque élément complètement chargé, stabilisé à une température ambiante de 25 °C ± 5 °C, est placé dans une étuve à convection à circulation d'air ou par gravité.

La température de l'étuve est augmentée à une vitesse de 5 °C ± 2 °C/min jusqu'à une température de 85 °C ± 5 °C.

L'élément reste à cette température pendant 3 h avant d'arrêter l'essai.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.2.5 Essai de surcharge (élément ou bloc d'éléments)

Cet essai doit être réalisé pour les systèmes de batterie dotés d'une commande ou protection unique pour le réglage de la tension de charge. Pour les systèmes de batterie dotés d'au moins deux protections ou commandes indépendantes pour le réglage de la tension de charge, cet essai peut être supprimé.

NOTE Un exemple des deux protections ou commandes indépendantes minimum est présenté ci-dessous:

- Un dispositif de mesure permettant de surveiller la tension de chaque élément dans un système de batterie avec une fonction de commande du courant de charge, afin d'éviter que la tension la plus élevée de l'élément ne dépasse la limite supérieure de la tension de charge.

  et

- Un système de surveillance de diagnostic qui détecte la défaillance du dispositif de surveillance de la tension de l'élément et des fonctions visant à arrêter la charge. Par exemple, un système de surveillance de diagnostic peut être réalisé en comparant la tension totale de la batterie mesurée directement et la tension calculée en faisant la somme des tensions de chaque élément.

a) Exigences

La charge pendant des périodes plus longues que celles spécifiées par le fabricant ne doit causer ni feu ni explosion.

b) Essai

L'essai doit être réalisé à une température ambiante de 25 °C ± 5 °C. Chaque élément d'essai doit être déchargé à un courant constant de 0,2 I_t A jusqu'à une tension finale spécifiée par le fabricant. Les échantillons d'élément doivent ensuite être chargés avec un courant constant égal au courant de charge maximum spécifié du système de batterie jusqu'à ce que la tension atteigne la valeur de tension maximale possible dans les conditions où la commande de charge d'origine ne fonctionne pas. Ensuite, la charge est terminée. Il convient de surveiller la tension et la température pendant l'essai.

L'essai doit se poursuivre jusqu'à ce que la température de la surface de l'élément atteigne des conditions de régime établi (moins de 10 °C de variation par période de 30 minutes) ou revienne à la température ambiante.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.2.6 Essai de décharge forcée (élément ou bloc d'éléments)

a) Exigences

Un élément dans une application à plusieurs éléments doit résister à une décharge forcée sans causer de feu ni d'explosion.

b) Essai

Un élément déchargé est soumis à une décharge forcée à un courant constant de 1,0 I_t A pendant une période d'essai de 90 min. À l'issue de la période d'essai, un examen visuel doit être réalisé.

Si la tension de décharge atteint la tension cible présentée ci-dessous au cours de la période d'essai, la tension doit être maintenue à la tension cible en réduisant le courant pendant la période d'essai restante. La tension cible est déterminée comme suit:

i) Si le système de batterie est doté d'au moins deux protections ou commandes indépendantes pour la régulation de la tension de décharge ou si le système de batterie est doté d'un seul élément ou bloc d'éléments:

   Tension cible = – (tension de charge limite supérieure de l'élément)

ii) Si le système de batterie est doté d'une seule ou d'aucune protection pour la régulation de tension de décharge:

   Tension cible = – [limite supérieure de la tension de charge de l'élément × (n-1)].

où n est le nombre d'éléments connectés en série dans le système de batterie.

Si le courant de décharge maximum de l'élément est inférieur à 1,0 I_t A, procéder à une charge inversée au courant pendant la période d'essai indiquée ci-dessous:

$$t = \frac{1I_t}{I_m} \times 90$$

où

t est la période d'essai (min.);

I_m est le courant de décharge maximum de l'élément (A).

NOTE Un exemple des deux protections ou commandes indépendantes est présenté ci-dessous:

Un dispositif de mesure permettant de surveiller la tension de chaque élément dans un système de batterie, et une fonction visant à arrêter le processus de décharge lorsqu'au moins l'une des tensions d'élément atteint la tension d'arrêt ou la limite inférieure de la tension de décharge.

et

Un système de surveillance de diagnostic qui détecte la défaillance du dispositif de surveillance de la tension de l'élément et des fonctions visant à ouvrir le circuit de décharge. Par exemple, un système de surveillance de diagnostic peut être réalisé en comparant la tension totale de la batterie mesurée directement et la tension calculée en faisant la somme des tensions de chaque élément.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.3 Considérations relatives au court-circuit interne – Évaluation de conception

7.3.1 Généralités

Cet essai a pour objet de déterminer qu'un court-circuit interne à l'intérieur d'un élément ne provoque pas un feu dans l'ensemble du système de batterie ni de propagation du feu à l'extérieur du système de batterie. Cela doit être démontré au niveau de l'élément (essai de court-circuit interne selon 7.3.2) ou au niveau du système de batterie (essai de propagation selon 7.3.3).

7.3.2 Essai de court-circuit interne (élément)

a) Exigence

L'essai de court-circuit interne forcé pour les éléments cylindriques et les éléments parallélépipédiques ne doit pas provoquer de feu. Les fabricants d'éléments doivent conserver un enregistrement permettant de satisfaire aux exigences. Le fabricant de l'élément doit réaliser une nouvelle évaluation de la conception après avoir effectué l'essai lui-même ou dans un laboratoire extérieur.

b) Essai

Voir 8.3.9 de l'IEC 62133:2012 pour la méthode d'essai, à l'exception de la température d'essai. Tous les essais sont effectués à une température ambiante de 25 °C ± 5 °C.

La procédure de préparation de l'échantillon peut être modifiée par rapport à celle présentée dans l'IEC 62133 avant d'effectuer la compression finale avec la méthode de charge correspondante conformément au 8.3.9 de l'IEC 62133:2012. Par exemple:

– la particule de nickel peut être insérée dans une électrode déchargée, et ensuite chargée, ou

– la particule de nickel peut être insérée dans l'électrode de l'élément avant le remplissage d'électrolyte, puis il peut être assemblé, rempli d'électrolyte et chargé. Dans ces assemblages, un sac en polyéthylène et/ou un sac en feuille d'aluminium peuvent être utilisés à la place du boîtier métallique de l'élément réel.

Dans le cas d'un élément parallélépipédique, soit du type à empilement d'électrodes, soit du type à pliage d'électrodes, il convient d'insérer la particule de nickel au centre de la paire d'électrodes positive et négative d'extrémité, la pression de compression maximale étant de 400 N.

Pour déterminer qu'un court-circuit interne entre les électrodes positive et négative ou le substrat s'est produit, il est acceptable d'utiliser une chute de tension inférieure à 50 mV si un voltmètre de haute précision avec une précision suffisante pour détecter la chute de tension est utilisé, l'emplacement réel du court-circuit pouvant être confirmé par un examen de l'emplacement du court-circuit interne sur l'échantillon après l'essai.

La pression appliquée et l'évolution de la tension doivent être enregistrées, et l'aspect de l'emplacement du court-circuit doit être enregistré par photographie ou par d'autres moyens.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

7.3.3 Essai de propagation (système de batterie)

a) Exigence

Cet essai évalue l'aptitude du système de batterie à résister à l'emballement thermique d'un seul élément, de sorte que cet événement ne provoque pas un feu dans le système de batterie.

b) Essai

Le système de batterie est complètement chargé et mis au repos jusqu'à stabilisation des éléments à une température ambiante de 25 °C ± 5 °C. Un élément du système de batterie est chauffé jusqu'à ce qu'il parte en emballement thermique, par exemple, à l'aide de chauffage par résistance ou par l'intermédiaire de transfert de chaleur par conduction à l'aide d'une source de chaleur externe. La méthode utilisée pour créer un emballement thermique dans un élément est à décrire et documenter dans le rapport d'essai. Après le début de l'emballement thermique dans l'élément, l'appareil de chauffage est désactivé et le système de batterie observé pendant 1 h.

D'autres méthodes, différentes des exemples présentés ci-dessus pour lancer l'emballement thermique, sont admises. Voir l'Annexe B.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu externe provenant du système de batterie ni rupture du boîtier de la batterie.

Si le système de batterie ne comporte pas de revêtement externe, le fabricant doit spécifier la zone de protection contre le feu.

NOTE Le feu provoqué par le premier élément est acceptable, car le premier emballement thermique est volontairement utilisé pour les besoins de l'essai comme un déclencheur.

8 Sécurité du système de batterie (en tenant compte de la sécurité fonctionnelle)

8.1 Exigences générales

La dépendance vis-à-vis des commandes et systèmes électriques, électroniques et logiciels pour la sécurité critique doit faire l'objet d'une analyse de sécurité fonctionnelle.

L'IEC 61508 (toutes les parties), l'Annexe H de l'IEC 60730-1:2013 ou d'autres normes de sécurité fonctionnelle pertinentes pour l'application peuvent être utilisées en référence.

Les fabricants de systèmes de batteries doivent procéder à une appréciation du risque et prévoir l'atténuation des dangers et des risques liés aux processus du système de batterie (analyse AAP, analyse AMDE, par exemple)

NOTE Des lignes directrices relatives aux méthodes d'analyse de sécurité (AMDE et AAP, par exemple) peuvent être consultées dans des documents tels que l'IEC 60812, l'IEC 61025, etc.

La procédure est la suivante:

a) analyse des dangers;

b) appréciation du risque;

c) objectifs en matière de niveau d'intégrité de sécurité (SIL).

Exemples de dangers ou de risques: CEM, chocs électriques, immersion dans l'eau, court-circuit externe, court-circuit interne, surcharge, surchauffe, chute, écrasement, surdécharge, décharge avec surintensité, charge après surdécharge, fuites d'électrolyte, inflammation de gaz, feu, tremblement de terre, raz-de-marée, etc.

8.2 Système de gestion de batterie (ou unité de gestion de batterie)

8.2.1 Exigences pour le BMS

Le BMS évalue l'état des éléments et des batteries et les maintient dans la région de fonctionnement spécifiée. Le BMS doit être conçu en fonction des objectifs en matière de niveau d'intégrité de sécurité (SIL) définis en 8.1 c). Les principaux facteurs de la région de fonctionnement de l'élément sont la tension, la température et le courant (voir la Figure A.1)

Pour évaluer le contrôle de charge qui affecte la sécurité, les fabricants de systèmes de batteries doivent procéder aux essais mentionnés de 8.2.2 à 8.2.4.

Pour ces essais, le système de batterie inclut également la fonction du BMS côté application, si elle est applicable à la conception.

NOTE 1 La fonction du BMS peut être attribuée au groupe batteries ou au matériel qui utilise la batterie. Voir la Figure 5.

NOTE 2 Le BMS peut être divisé et peut se trouver en partie dans le groupe batteries et en partie dans le matériel qui utilise la batterie. Voir la Figure 5.

NOTE 3 Le BMS est parfois également appelé BMU (unité de gestion de batterie).

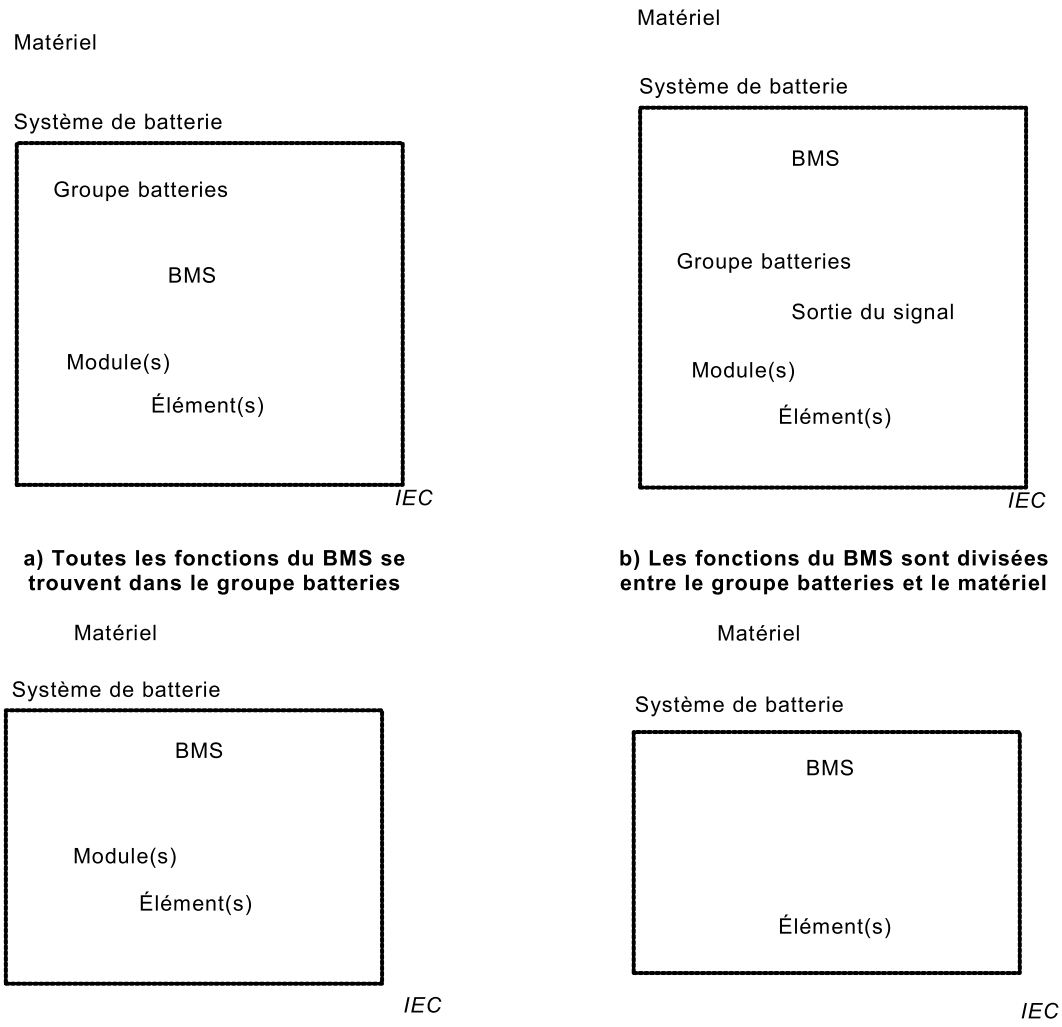


Figure 5 – Exemples d'emplacements du BMS et de configurations du système de batterie

8.2.2 Contrôle de surcharge de tension (système de batterie)

a) Exigence

Le BMS doit maintenir la tension de charge sous la limite supérieure de la tension de charge des éléments.

b) Essai

L'essai doit être réalisé à une température ambiante de 25 °C ± 5 °C et dans les conditions de fonctionnement normales, le système de refroidissement (le cas échéant) étant en fonctionnement (les contacts principaux sont fermés, le système de batterie étant commandé par le BMS). Chaque système de batterie d'essai doit être déchargé à un courant constant de 0,2 I_t A, jusqu'à une tension finale spécifiée par le fabricant. Les échantillons de batteries doivent ensuite être chargés au courant maximal du chargeur recommandé, la tension définie dépassant la limite supérieure de la tension de charge de 10 % pour chaque élément de la batterie.

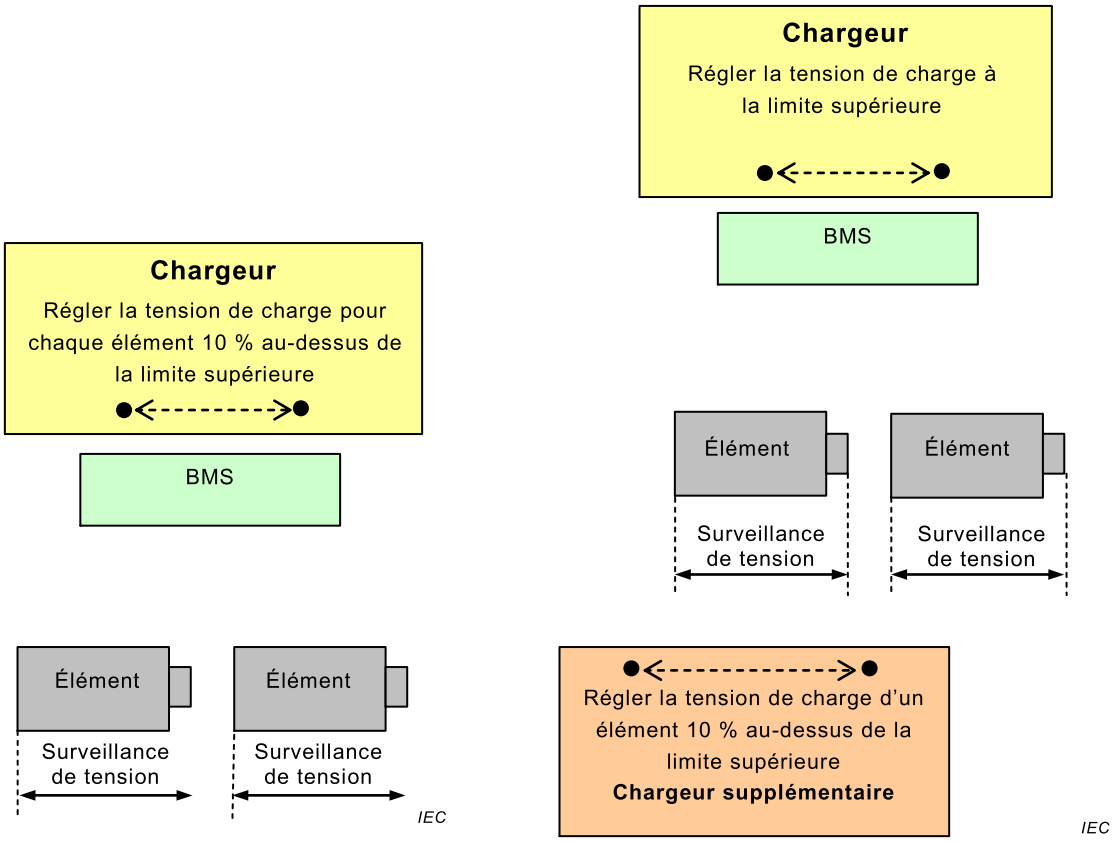
La tension excessive peut être appliquée par un autre chargeur s'il s'avère difficile de le faire avec le chargeur d'origine. De même, la tension excessive peut n'être appliquée qu'à une seule partie du système (le/les élément(s) du système de batterie, par exemple) s'il s'avère difficile de le faire avec l'ensemble du système de batterie. Voir la Figure 6.

L'essai doit être réalisé jusqu'à ce que le BMS arrête la charge. Il convient que cet arrêt ait lieu avant d'atteindre 110 % de la limite supérieure de la tension de charge. L'acquisition/le contrôle des données doit se poursuivre pendant 1 h après l'arrêt de la charge. Pendant l'essai, toutes les fonctions du système de batterie doivent être intégralement opérationnelles telles qu'elles ont été conçues.

c) Critères d'acceptation

Pas de feu, pas d'explosion.

Le BMS doit interrompre le courant de surcharge par une déconnexion automatique des contacts principaux afin de protéger le système de batterie contre d'autres effets connexes sévères.



a) La tension supérieure est appliquée à l'ensemble du système batterie

b) La tension supérieure n'est appliquée qu'à une seule partie, telle qu'un élément du système batterie

Figure 6 – Exemple de configuration de circuit pour le contrôle de surcharge de tension

8.2.3 Contrôle de surcharge du courant (système de batterie)

a) Exigence

Si le courant de charge des éléments et des batteries dépasse le courant de charge maximum des éléments, le BMS doit interrompre la charge de manière à protéger le système de batterie contre les dangers liés aux courants de charge supérieurs au courant de charge maximum spécifié pour les éléments.

NOTE Si l'aptitude maximale du courant de charge du système est inférieure au courant de charge maximum de la batterie, cet essai peut être supprimé.

b) Essai

L'essai doit être réalisé à une température ambiante de 25 °C ± 5 °C et dans les conditions de fonctionnement normales, le système de refroidissement (le cas échéant) étant en fonctionnement (contacts principaux fermés, le système de batterie étant commandé par le BMS). Chaque système de batterie d'essai doit être déchargé à un

courant constant de 0,2 I_t A, jusqu'à une tension finale spécifiée par le fabricant. Les échantillons de batteries doivent ensuite être chargés à un courant dépassant de 20 % le courant de charge maximum. L'acquisition/le contrôle des données doit se poursuivre pendant 1 h après l'arrêt de la charge. Pendant l'essai, toutes les fonctions du système de batterie doivent être intégralement opérationnelles telles qu'elles ont été conçues.

c) Critères d'acceptation

Le BMS doit détecter le courant de surcharge et doit contrôler la charge sous le courant de charge maximum afin de protéger le système de batterie contre d'autres effets connexes sévères.

Pas de feu, pas d'explosion.

8.2.4 Contrôle de surchauffe (système de batterie)

a) Exigence

Le BMS doit mettre fin à la charge lorsque la température des éléments et/ou de la batterie dépasse la limite supérieure spécifiée par le fabricant de l'élément.

b) Essai

L'essai doit être réalisé à une température ambiante initiale de 25 °C ± 5 °C et dans les conditions de fonctionnement normales (les contacteurs principaux sont fermés, le système de batterie étant commandé par le BMS), sauf que le système de refroidissement, le cas échéant, doit être déconnecté. Chaque système de batterie d'essai doit être déchargé à un courant constant de 0,2 I_t A, jusqu'à une tension finale spécifiée par le fabricant. Les échantillons de batteries doivent ensuite être chargés au courant recommandé 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. La charge se poursuit à la température élevée jusqu'à ce que le BMS y mette fin. L'acquisition/le contrôle des données doit se poursuivre pendant une heure après l'arrêt de la séquence (le BMS a mis fin à la charge, par exemple).

c) Critères d'acceptation

Le BMS doit détecter la température de surchauffe et doit mettre fin à la charge afin de protéger le système de batterie contre d'autres effets connexes sévères. Pendant l'essai, toutes les fonctions du système de batterie doivent être intégralement opérationnelles telles qu'elles ont été conçues.

Pas de feu, pas d’explosion.

9 Informations pour la sécurité

L'utilisation, et en particulier l'utilisation abusive, des accumulateurs au lithium peuvent engendrer des dangers et provoquer des nuisances. Le fabricant d'élément doit fournir des informations relatives aux limites de courant, de tension et de température de ses produits. Le fabricant du système de batterie doit fournir aux fabricants de matériels et, en cas de vente directe, aux utilisateurs finaux les informations relatives aux moyens de limiter les dangers. Il incombe aux fabricants de matériels d'informer les utilisateurs finaux des dangers potentiels provenant de l'utilisation de matériels contenant des accumulateurs au lithium.

10 Marquage et désignation

Voir l'Article 5 de l'IEC 62620:2014.

Annexe A
(normative)

Région de fonctionnement des éléments pour une utilisation en toute sécurité

A.1 Généralités

La présente annexe explique comment déterminer la région de fonctionnement de l'élément afin d'assurer son utilisation en toute sécurité. La région de fonctionnement est spécifiée par les conditions de charge (la limite supérieure de la tension de charge et la température de l'élément, par exemple) qui assurent la sécurité des éléments.

Il convient que les fabricants d'éléments indiquent dans la spécification de l'élément les informations relatives à la région de fonctionnement et concernant les précautions de sécurité adressées aux clients (par exemple: les fabricants de blocs et systèmes de batteries). Il convient également de prévoir un dispositif et une fonction de protection adaptés dans le système de commande de la batterie, en cas de défaillance du contrôle de charge.

Les limites de la région de fonctionnement sont spécifiées pour assurer une sécurité minimale. Elles diffèrent de la tension de charge et de la température afin d'optimiser les performances de l'élément (la durée de vie, par exemple).

A.2 Conditions de charge pour une utilisation en toute sécurité

Afin d'assurer l'utilisation en toute sécurité des éléments, il convient que les fabricants d'éléments définissent la limite supérieure de la tension et la température de l'élément à appliquer pendant la charge. Il convient de charger l'élément dans une plage de températures spécifiée (plage de températures normalisées) à une tension ne dépassant pas la limite supérieure. Le fabricant de l'élément peut également définir une plage de températures supérieure ou inférieure à la plage de températures normalisées, à condition de prendre des mesures de sécurité (une tension de charge plus basse, par exemple). La région de fonctionnement indique la plage de tensions et de températures dans laquelle l'élément peut être utilisé en toute sécurité. Le courant de charge maximum peut également être défini pour la région de fonctionnement.

La même région de fonctionnement peut s’appliquer à un élément nouvellement développé, si le matériau de l’électrode, l'épaisseur, la conception et les séparateurs de l'électrode sont identiques à ceux de l'élément d'origine, et dispose de moins de 120 % de la capacité assignée de l'élément d'origine. Le nouvel élément peut être considéré comme appartenant à la même série de produits.

A.3 Considérations concernant la tension de charge

La tension de charge est appliquée aux éléments de façon à favoriser la réaction chimique pendant la charge. Toutefois, si la tension de charge est trop élevée, des réactions chimiques excessives ou des réactions secondaires se produisent, et l'élément devient thermiquement instable. Par conséquent, il est primordial que la tension de charge ne dépasse jamais la valeur spécifiée par le fabricant de l'élément (c'est-à-dire la limite supérieure de la tension de charge). Lorsqu'un élément est chargé à une tension supérieure à la limite supérieure de la tension de charge, une quantité excessive d'ions lithium est désintercalée de la matière active de l'électrode positive et sa structure cristalline a tendance à s'affaisser. Dans ces conditions, lorsqu'un court-circuit interne se produit, un emballement thermique peut survenir plus facilement que lorsque les éléments sont chargés dans la région de fonctionnement prédéfinie. Par conséquent, il convient de ne jamais charger les éléments à une tension supérieure à la limite supérieure de la tension de charge.

Il convient que la limite supérieure de la tension de charge soit définie par le fabricant de l'élément en fonction des essais de vérification, en présentant les résultats, par exemple, comme suit:

– résultats d'essai qui vérifient la stabilité de la structure cristalline de la matière positive;
– résultats d'essai qui vérifient l'acceptation des ions lithium dans la matière active de l'électrode négative lorsque l'élément est chargé à la tension de charge limite supérieure;
– résultats d'essai qui vérifient que les éléments chargés à la limite supérieure de la tension de charge sont soumis à l'essai de sécurité de l'Article 6 à la limite supérieure de la plage de températures normalisées, et que les critères d'acceptation de chaque essai sont satisfaits.

A.4 Considérations relatives à la température

La charge produit une réaction chimique qui est influencée par la température. L'importance des réactions secondaires ou l'état des produits de réaction pendant la charge dépend de la température. La charge dans une plage de températures basse ou élevée est considérée comme générant plus de réactions secondaires, et est plus sévère du point de vue de la sécurité, que la plage de températures normalisées dans laquelle la limite supérieure de la tension de charge est applicable en toute sécurité. Par conséquent, il convient de réduire la tension de charge et/ou le courant de charge par rapport à la limite supérieure de la tension de charge et/ou du courant de charge maximum dans les plages de températures tant basses qu'élevées.

A.5 Plage de températures élevée

Lorsqu'un élément est chargé à une température plus élevée que la plage de températures normalisées, les performances de sécurité de l'élément tendent à diminuer en raison d'une moindre stabilité de la structure cristalline. De même, dans la plage de températures élevées, l'emballement thermique tend à se produire du fait de variations relativement faibles de la température.

En conséquence, il convient de contrôler la charge des éléments dans la plage de températures élevées de la manière suivante:

– lorsque la température de surface de l'élément est comprise dans la plage de températures élevées spécifiée par le fabricant de l'élément, des conditions de charge particulières (une tension et un courant de charge moins élevés, par exemple) sont appliquées;
– lorsque la température de surface de l'élément est supérieure à la limite supérieure de la plage de températures élevées, il convient que l'élément ne soit jamais chargé sous un courant de charge.

A.6 Plage de températures basses

Lorsqu'un élément est chargé dans la plage de températures basses, le taux de transfert de masse diminue et le taux d'insertion lithium-ion dans la matière négative devient faible. En conséquence, du lithium métallique se dépose facilement sur la surface du carbone. Dans ces conditions, l'élément devient instable d'un point de vue thermique et susceptible de surchauffer et de provoquer un emballement thermique. De même, dans la plage de températures basses, l'acceptation du lithium-ion dépend fortement de la température. Dans un système de batterie au lithium composé de plusieurs éléments montés en série, l'acceptabilité du lithium-ion de chaque élément diffère selon la température de l'élément, ce qui réduit la sécurité du système de batterie.

Par conséquent, il convient de contrôler la charge des éléments dans la plage de températures basses de la manière suivante:

– lorsque la température de surface de l'élément est comprise dans la plage de températures basses spécifiée par le fabricant de l'élément, des conditions de charge particulières (une tension et un courant de charge moins élevés, par exemple) sont appliquées;

– lorsque la température de surface de l'élément est inférieure à la limite inférieure de la plage de températures basses, il convient que l'élément ne soit jamais chargé sous un courant de charge.

A.7 Conditions de décharge pour une utilisation en toute sécurité

Les principaux paramètres permettant d'assurer la sécurité pendant la décharge sont la tension, le courant et la température. Il convient que la tension soit toujours supérieure à la limite inférieure de la tension de décharge de l'élément. Il convient que le courant ne dépasse jamais le courant maximum défini par le fabricant de l'élément. Il convient que la température soit toujours dans les limites de température (limites haute et basse). Il convient que la tension de l'élément soit maintenue au-dessus de la limite inférieure de la tension de décharge de l'élément pour éviter une défaillance critique imprévue. De plus, une tension d'arrêt supérieure à la tension de décharge limite inférieure est spécifiée par le fabricant de l'élément, afin de conserver une marge correcte pour la région de fonctionnement de l'élément et optimiser les performances de l'élément.

A.8 Exemple de région de fonctionnement

La Figure A.1 donne un exemple classique de région de fonctionnement pour la charge. Dans la plage de températures supérieure ou inférieure à la plage de températures normalisées, il est admis de charger l'élément à condition d'utiliser une tension et/ou un courant de charge inférieur(e). La région de fonctionnement peut être spécifiée par une forme en escalier (voir la Figure A.1) ou des lignes diagonales. La Figure A.2 donne un exemple de région de fonctionnement pour la décharge.

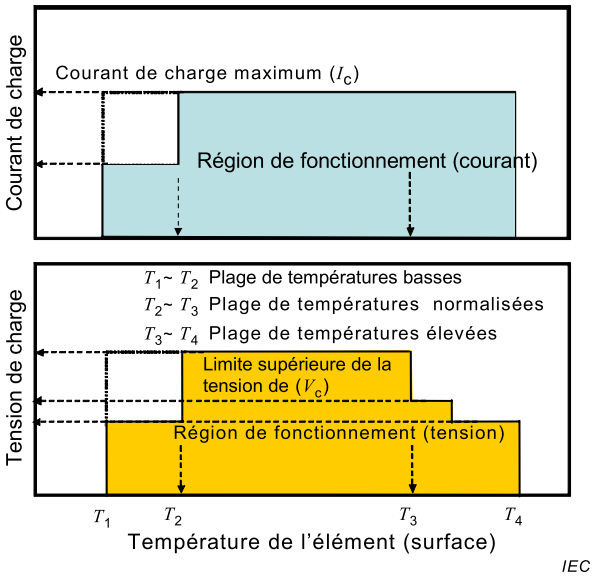


Figure A.1 – Exemple de région de fonctionnement pour la charge des éléments types au lithium

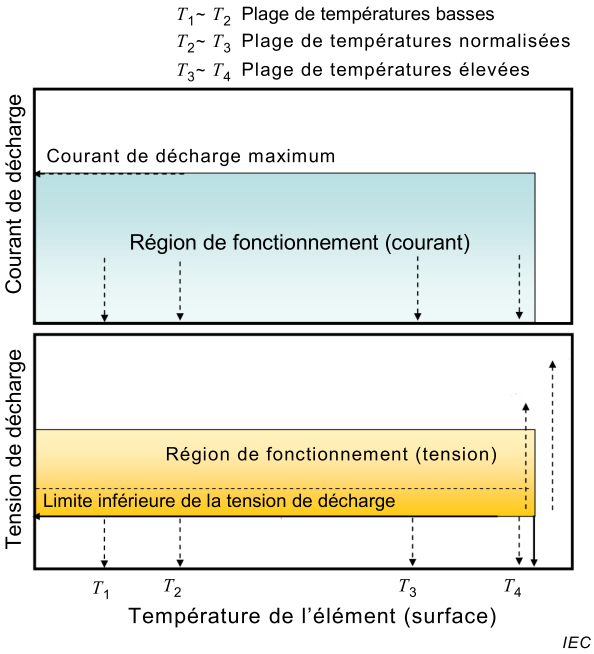


Figure A.2 – Exemple de région de fonctionnement pour la décharge des éléments types au lithium

Annexe B
(informative)

Procédure d'essai de propagation (voir 7.3.3)

B.1 Généralités

La méthode de développement d'un emballement thermique de l'élément peut être choisie parmi celles identifiées à l'Article B.3 ci-dessous. Il convient que l'organisme d'essai prenne contact avec le fabricant de l'élément ou de la batterie afin d'obtenir une procédure détaillée pour l'emballement thermique de l'élément.

NOTE Cet essai n'a pas pour objet d'évaluer un seul élément, mais d'évaluer le comportement de propagation à l'intérieur du système de batterie. Par conséquent, les méthodes suivantes, qui créent un emballement thermique, ne simulent pas un court-circuit interne de l'élément, mais un déclencheur de propagation.

B.2 Conditions d'essai

1) La batterie est complètement chargée selon les conditions recommandées par le fabricant.
2) Un élément cible est destiné à faire l'objet d'un emballement thermique forcé comme déclencheur de l'essai. Si la batterie comporte au moins trois éléments, les éléments placés aux extrémités dans la configuration de batterie peuvent ne pas être choisis comme élément cible, c'est-à-dire que l'élément cible a au moins deux autres éléments à proximité.
3) Cet essai peut être réalisé avec un échantillon préparé spécialement, qui peut comporter un appareil de chauffage ou un trou prévu pour la pénétration d'un clou afin de faciliter l'essai. Toutefois, il convient que la fonction spéciale visant à faciliter l'essai n'affecte pas la diffusion de la chaleur de la batterie.

B.3 Méthodes d'initiation de l'emballement thermique pouvant inclure:

1) Échauffement

   L'élément cible doit être chauffé par les méthodes suivantes. Il convient que chaque méthode ne chauffe que l'élément cible. Il convient de désactiver la source de chaleur lorsque l'élément cible fait l'objet d'un emballement thermique forcé.

   – Échauffement par appareil de chauffage
   – Échauffement par brûleur
   – Échauffement par laser
   – Échauffement par chauffage à induction

2) Surcharge

   Un élément est surchargé dans les conditions recommandées par le fabricant jusqu'à ce que l'élément cible fasse l'objet d'un emballement thermique forcé. Les autres éléments de la batterie ne doivent pas être surchargés. Si l'élément est doté d'un dispositif d'interruption du courant (CID – current interrupt device), un élément dont le CID a été modifié pour ne plus être fonctionnel peut être utilisé.

3) Pénétration d'un clou dans l'élément

   Un élément est percé avec un clou afin de créer un court-circuit entre les électrodes positive et négative. Le clou peut être chauffé avant l'essai.

4) Combinaison des méthodes ci-dessus
5) Autre(s) méthode(s) déterminée(s) comme étant appropriée(s) en théorie et par des données venant à l'appui.

Annexe C
(informative)

Emballage

Le but de l'emballage en vue du transport des accumulateurs est d'éviter les occasions de court-circuit, de dommages mécaniques et de pénétration possible d'humidité. Il convient que la conception des emballages et le choix des matériaux utilisés pour les réaliser permettent d'éviter l'établissement d'une conduction électrique involontaire, la corrosion des bornes et l'intrusion de contaminants de l'environnement.

Les éléments, modules, groupes batteries et systèmes de batteries au lithium sont réglementés par l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale), l'IATA (Association du Transport Aérien International), l'OMI (Organisation Maritime Internationale) et d'autres agences gouvernementales. Pour de plus amples informations, voir l'IEC 62281.

Bibliographie

IEC 60050-482:2004, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

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

IEC 60812, *Techniques d'analyse de la fiabilité du système – Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)*

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

IEC 61434, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Guide pour l'expression des courants dans les normes d'acccumulateurs 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 61960, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Éléments et batteries d'accumulateurs au lithium pour applications portables*

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

IEC 62660 (toutes les parties), *Eléments d'accumulateurs lithium-ion pour la propulsion des véhicules routiers électriques*

IEC 62281, *Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport* (disponible en anglais seulement)

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

_____

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch