

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Safety requirements for secondary batteries and battery installations –
Part 5: Safe operation of stationary lithium ion batteries**

**Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations
de batteries –
Partie 5: Fonctionnement en toute sécurité des batteries ions-lithium
stationnaires**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Safety requirements for secondary batteries and battery installations –
Part 5: Safe operation of stationary lithium ion batteries**

**Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations
de batteries –
Partie 5: Fonctionnement en toute sécurité des batteries ions-lithium
stationnaires**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.20; 29.220.30

ISBN 978-2-8322-9091-0

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions and abbreviated terms.....	10
3.1 Terms and definitions.....	10
3.2 Abbreviated terms.....	14
4 Protection against electric shock	14
4.1 General.....	14
4.2 Basic protection	14
4.3 Fault protection.....	15
4.3.1 General	15
4.3.2 Protection by automatic disconnection of supply	16
4.3.3 Protection by use of class II equipment or by equivalent insulation	20
4.3.4 Protection by electrical separation	20
4.4 Protective measure: extra-low voltage provided by SELV, PELV and FELV	20
4.4.1 General	20
4.4.2 Protection by SELV or by PELV	20
4.4.3 Protection by functional extra-low voltage (FELV) without protective separation	20
5 Disconnection and separation.....	21
6 Prevention of short-circuits and protection from other effects of electric current.....	21
6.1 General.....	21
6.2 Short-circuits	22
6.3 Maintenance instructions.....	22
6.3.1 General	22
6.3.2 Protective measures during maintenance	22
6.4 Leakage currents.....	23
7 Provision against hazards.....	23
7.1 General.....	23
7.2 Charging modes.....	23
7.3 Overcharging or overdischarging under fault conditions	24
7.4 Prevention of electrostatic discharges when working with batteries	24
8 Provision against hazards posed by chemical substances	24
8.1 General.....	24
8.2 Initial actions in case of hazardous chemical release	24
8.2.1 General	24
8.2.2 Eye or skin contact	25
8.2.3 Swallowing	25
8.2.4 Respiratory tract.....	25
8.2.5 Burns.....	25
8.3 Battery accessories and maintenance tools.....	25
9 Accommodation, housing.....	25
9.1 General.....	25
9.2 Specific requirements for separate battery rooms	25

9.3	Specific requirements for the specially separated areas in rooms accommodating electrical equipment.....	26
9.4	Battery enclosures	26
9.5	Working on or near batteries	26
9.5.1	Working distances within battery rooms	26
9.5.2	Remarks on special work in battery rooms	27
9.6	Accommodation of lithium ion batteries in combination with batteries containing aqueous electrolyte (e.g. lead-acid and NiCd batteries) in the same room.....	27
10	Charge current requirements	27
10.1	General.....	27
10.2	Superimposed ripple current	27
10.3	Maximum ripple current.....	27
11	Identification labels, warning notices and instructions for use, installation and maintenance	28
11.1	Warning labels and notices in rooms.....	28
11.2	Identification labels or marking on cell, module, battery pack or battery system	28
11.3	Instructions for use, installation and maintenance	28
12	Transportation, storage and environmental aspects	28
13	Inspection and monitoring.....	29
14	EMC for stationary application	29
Annex A	(informative) Charging methods and modes of operation.....	31
A.1	Parallel operation mode	31
A.1.1	General	31
A.1.2	Battery "stand-by" operation mode.....	31
A.1.3	Battery "buffer" operation mode	31
A.1.4	Shallow cycling operation mode.....	32
A.2	Response mode operation	32
A.3	Charging methods.....	32
A.3.1	General	32
A.3.2	Temperature compensation of the charge voltage and limiting of charge currents.....	33
A.4	Discharge	33
Annex B	(normative) Electromagnetic compatibility (EMC)	34
B.1	Case 1 – EMC requirements for battery systems depending on each end-device application	34
B.2	Case 2 – EMC requirements for testing battery system as an end-device.....	34
Annex C	(informative) Cell behaviour inside and outside of operating region	35
Bibliography		36
Figure 1	– TN system with separate protective conductor (PE) in the entire system (TN-S network)	16
Figure 2	– TN system with functional earthing and protective earthing (FPE, PEN) combined with an external line conductor (TN-C system)	17
Figure 3	– TT system	18
Figure 4	– IT system	19
Figure 5	– Converters with intermediate DC circuit (IT system) (example).....	19
Figure A.1	– Parallel operation mode circuit.....	31

Figure A.2 – Example of battery charge current interlaced with frequent temporary discharge events due to a load current exceeding the current supply capability	32
Figure A.3 – Response mode operation circuit	32
Figure A.4 – Constant current/constant voltage charge	33
Figure C.1 – An example for operating region of lithium ion cell	35

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62485-5:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY REQUIREMENTS FOR SECONDARY
BATTERIES AND BATTERY INSTALLATIONS –****Part 5: Safe operation of stationary lithium ion batteries**

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 62485-5 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

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

FDIS	Report on voting
21/1069/FDIS	21/1076/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62485 series, published under the general title *Safety requirements for secondary batteries and battery installations*, can be found on the IEC website.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62485-5:2020

INTRODUCTION

The described safety requirements comprise the protective measures to protect from hazards generated by electricity and chemical substances when using secondary batteries. In addition measures are described to maintain the functional safety of batteries and battery installations.

For electrical safety (protection against electric shock) under Clause 4, this document refers to IEC 60364-4-41. The pilot function of this document is fully observed by indication of cross-reference numbers of the relevant clauses, but interpretation is given where adoption to direct current (DC) circuits is required.

This document comes into force with the date of publication and applies to all new batteries and battery installations. Previous installations are intended to conform to the existing national standards at the time of installation. In the case of the redesign of old installations, this document applies.

Lithium ion cells/batteries used in stationary industrial applications are intended to fulfil safety requirements in accordance with IEC 62619.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62485-5:2020

SAFETY REQUIREMENTS FOR SECONDARY BATTERIES AND BATTERY INSTALLATIONS –

Part 5: Safe operation of stationary lithium ion batteries

1 Scope

This part of IEC 62485 applies to the installation of one or more stationary secondary batteries having a maximum aggregate DC voltage of 1 500 V to any DC part of the power network, and describes the principal measures for protections during normal operation or under expected fault conditions against hazards generated from:

- electricity,
- short-circuits,
- electrolyte,
- gas emission,
- fire,
- explosion.

This document provides requirements on safety aspects associated with the installation, use, inspection, and maintenance and disposal of lithium ion batteries used in stationary applications.

This document covers stationary batteries for industrial applications that are installed in separate closed buildings or housings as well as stationary batteries that are installed in public buildings, offices and private residences. This document also covers the maintenance and disposal of lithium ion batteries used in stationary applications.

Batteries containing lithium metal are not covered by this document.

Examples of the main applications are:

- telecommunications,
- power station operation,
- central emergency lighting and alarm systems,
- uninterruptible power supplies (UPS),
- stationary engine starting,
- photovoltaic systems.

In general, the safety requirements for secondary batteries and battery installations – General safety information and definitions are specified for lead-acid, nickel-cadmium and nickel-metal hybrid batteries in accordance with IEC 62485-1.

2 Normative references

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

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

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017

IEC 60364-4-43, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-5-53, *Low-voltage electrical installations – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Devices for protection for safety, isolation, switching, control and monitoring*

IEC 60364-5-54, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

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

IEC 60664-1:2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60755, *General safety requirements for residual current operated protective devices*

IEC 61000-1-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-2: General – Methodology for the achievement of functional safety of electrical and electronic systems including equipment with regard to electromagnetic phenomena*

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61000-6-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-7: Generic standards – Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (functional safety) in industrial locations*

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

IEC/TR 61340-1, *Electrostatics – Part 1: Electrostatic phenomena – Principles and measurements*

IEC 61340-5-1, *Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements*

IEC 61660-1, *Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations – Part 1: Calculation of short-circuit currents*

IEC 61660-2, *Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations – Part 2: Calculation of effects*

IEC 62133-2, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications – Part 2: Lithium systems*

IEC 62485-1, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 1: General safety information*

IEC 62619:2017, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial 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*

ISO 3864 (all parts), *Graphical symbols – Safety colours and safety signs*

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

3 Terms and definitions and abbreviated terms

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-482, 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 Terms and definitions

3.1.1

secondary lithium 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.

Note 2 to entry: A cell is not ready for use in an application because it is not yet fitted with its final housing, terminal arrangement and electronic control device.

3.1.2

home energy storage system

HESS

stationary battery system used in or next to a single or multi-family dwelling or in internal home energy storage installations

Note 1 to entry: The system is typically installed in rooms which are not designed as electrical service rooms or battery rooms.

3.1.3

battery energy storage system

BESS

stationary system to store and convert back electrical energy, which contains components necessary for this function, especially the battery, the power conversion system and the energy management system

Note 1 to entry: In general, the safety functions and the enclosure are also part of BESS.

Note 2 to entry: The power conversion system can be an AC/DC converter or DC/DC converter to charge or discharge the battery.

3.1.4

battery system

battery

system which comprises one or more cells, modules or battery packs and has a battery management system capable of controlling current in case of overcharge, overcurrent, overdischarge and overheating

Note 1 to entry: Overdischarge cut off is not mandatory if there is an agreement on this between the cell manufacturer and the customer.

Note 2 to entry: The battery system may have cooling or heating units. A larger battery system may comprise more than one battery system. The battery system is sometimes also referred to as a battery.

3.1.5

stationary battery

battery system which is designed for service in a fixed location and is not habitually moved from place to place during the service life

Note 1 to entry: Overdischarge cut off is not mandatory if there is an agreement on this between the cell manufacturer and the customer.

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

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

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

3.1.6

electrolyte

liquid or solid substance containing mobile ions which render it ionically conductive

Note 1 to entry: The electrolyte may be liquid, solid or a gel.

[SOURCE: IEC 60500-482:2004, 482-02-29]

3.1.7

battery management system

BMS

electronic system associated with a battery which has functions to control current in case of overcharge, overcurrent, overdischarge, and overheating, and which monitors and/or manages the state of the battery, calculates secondary data, reports that data and/or controls its environment to influence the battery's safety, performance and/or service life

Note 1 to entry: Overcharge cut off is not mandatory if there is an agreement on this between the cell manufacturer and the customer.

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

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

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

3.1.8

charging of a battery

operation during which a secondary cell or battery is supplied with electric energy from an external circuit which results in chemical changes within a cell and thus storage of energy as chemical energy

[SOURCE: IEC 60500-482:2004, 482-05-27]

3.1.9

battery on float (charge)

battery whose terminals are permanently connected to a source of constant voltage sufficient to maintain the battery approximately fully charged, and which is intended to supply power to an electrical circuit, if the normal supply is temporarily interrupted

Note 1 to entry: In order to increase the lifetime of a lithium ion battery, the state of charge during float charge is sometimes < 100 %.

[SOURCE: IEC 60500-482:2004, 482-05-35, modified – The deprecated term "floating battery" has been omitted, along with "secondary" from the definition; the note has been added.]

3.1.10

float charge voltage

constant voltage needed to keep the secondary cell or battery fully charged or at the intended state of charge

3.1.11

float charge current

current resulting from the float charge

Note 1 to entry: This float charge current may be zero once the charge process is terminated (if specified by the manufacturer).

3.1.12

overcharge

overcharging

<of a cell or battery> continued charging after the full charge of a secondary cell or battery

Note 1 to entry: Overcharge is also the act of charging beyond a certain limit specified by the manufacturer.

[SOURCE: IEC 60500-482:2004, 482-05-44, modified – The term "overcharging" and the domain have been added and the wording "of a fully charged" has been replaced with "after the full charge of" in the definition.]

3.1.13

nominal voltage

suitable approximate value of the voltage used to designate or identify a cell, a battery or an electrochemical system

Note 1 to entry: The cell or battery manufacturer may provide the nominal voltage.

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

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31, modified – Addition of Notes 1 and 2.]

3.1.14**lower limit discharging voltage**

lowest discharging voltage in the cell operating region specified by the cell manufacturer

3.1.15**overdischarge**

state of the battery when one or more cells of a battery are discharged below their lower limit discharge voltage

3.1.16**maximum voltage of battery system**

highest voltage of the battery system in which the maximum voltage of any individual cell is below or equal to the upper limit charging voltage and components operate in their specified/permissible operating range under all operating conditions

3.1.17**upper limit charging voltage**

highest charging voltage in the cell operating region specified by the cell manufacturer

Note 1 to entry: The charging process should be terminated before reaching the upper limit charging voltage.

3.1.18**external short-circuit**

abnormally high current discharge due to a conductive fault over parts at opposite polarity either within the battery circuitry or over the external terminals

3.1.19**internal short-circuit**

electrical conduction through insulation within the cell due to cell manufacturing defects, cell design faults or damage due to abuse of the cell during its use

3.1.20**cell block**

group of cells connected together in parallel configuration with or without protective devices (e.g. fuse or positive temperature coefficient device (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.

3.1.21**module**

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

3.1.22**battery pack**

energy storage device comprised of one or more cells or modules electrically connected, and has monitoring circuitry which provides information (e.g. cell voltage) to a battery system to influence the battery's safety, performance and/or service life

Note 1 to entry: It may incorporate a protective housing and be provided with terminals or other interconnection arrangements.

3.1.23**thermal runaway**

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

3.2 Abbreviated terms

Abbreviated term	Full term
DOD	Depth of discharge
ESD	Electrostatic discharge
FELV	Functional extra low voltage
BESS	Battery energy storage system
BMS	Battery management system
BMU	Battery management unit
HESS	Home energy storage system
PELV	Protective extra low voltage
PTC	Positive temperature coefficient device
RCD	Residual current protective device
SOC	State of charge
UPS	Uninterruptible power supply

4 Protection against electric shock

4.1 General

Safety provisions for batteries and battery installations shall be in accordance with IEC 62485-1. Measures shall be taken in stationary battery charging installations for protection against direct contact (basic protection) and against indirect contact (fault protection) with hazardous voltages.

These measures are described in detail in IEC 60364-4-41 and IEC 61140. The following subclauses describe the typical measures to be taken for battery installations and the resulting adaptations.

The appropriate equipment standard IEC 61140 applies to batteries and direct current distribution circuits located inside the equipment.

4.2 Basic protection

In battery installations, basic protection against contact with live parts shall be ensured in accordance with IEC 60364-4-41.

The following protective measures apply:

- protection by insulation of live parts;
- protection by barriers or enclosures;
- protection by obstacles;
- protection by placing out of reach.

Protection by obstacles or by placing out of reach is expressly permitted in battery installations. It requires however that batteries with maximum voltages greater than U_{DC} 60 V but not exceeding U_{DC} 120 V between terminals and/or with maximum voltages greater than U_{DC} 60 V but not exceeding U_{DC} 120 V with respect to earth shall be located in accommodation with restricted access, and batteries with a maximum voltage above U_{DC} 120 V shall be located in accommodation with restricted access achieved by locks or other equivalent means. Doors to battery rooms and cabinets are regarded as obstacles and shall be marked with the warning labels according to 11.1.

Basic protection is not required for batteries with maximum voltages up to or equal to U_{DC} 60 V as long the whole installation corresponds to the conditions for SELV (safety extra-low voltage) and PELV (protective extra-low voltage) (see 4.4.2).

If protection by barriers or enclosures is applied, the minimum degree of protection required shall be according to IEC 60529, IP2X or IPXXB.

4.3 Fault protection

4.3.1 General

In battery installations, fault protection shall be applied in accordance with IEC 60364-4-41.

One or more of the following measures shall be selected:

- "protection by automatic disconnection of supply";
- "protection by use of class II equipment or by equivalent insulation";
- "protection by non-conducting locations" (used in specific applications only);
- "protection by earth-free local equipotential bonding" (used in specific applications only);
- "protection by electrical separation".

A maximum touch voltage of 120 V DC shall not be exceeded (according to IEC 60449, IEC 60364-4-41 and IEC/TS 61201). Beyond this voltage other suitable protection schemes shall be implemented. Under normal operating conditions, abnormal operating conditions and single fault conditions (except for a safeguard fault), touch voltage or touch current shall be measured from all unearthed accessible conductive parts.

Certain of these methods of protection require a protective conductor. Protective conductors or conductors with a protective function shall not be disconnected by a switching device. No switching device is permitted in a protective conductor. Protective conductors shall not contain overcurrent protection devices (according to IEC 60364-4-41). For dimensioning the cross-sectional areas of protective conductors, see according to IEC 60364-5-54.

Battery stands or battery cabinets made from metal shall either be connected to the protective conductor or insulated from the battery and the place of installation. This insulation shall correspond to the conditions for protection by insulation according to IEC 60364-4-41. For requirements on creepage distances and clearances, according to IEC 60664-1, using a value of rated impulse withstand voltage for operating resource of overvoltage category II for the used nominal voltage of the power supply system (according to IEC 60664-1:2020, Annex F, see Table F.1 – Rated impulse withstand voltage for equipment energized directly from the mains supply).

NOTE For equipment powered from alternative current (AC) mains, the test is performed with a voltage equal to the rated voltage of the equipment or to the upper voltage of the rated voltage range. For equipment powered from DC mains, the test is performed with a voltage equal to the rated voltage of the equipment or to the upper voltage of the rated voltage range.

The test is performed with a voltage equal to the highest nominal voltage of the AC mains in the region where the equipment is to be used (for example, 230 V for Europe or 120 V for North America).

The following protective devices, rated for direct current, shall be used with direct current, as applicable to the type of power system:

- a) fuses;
- b) overcurrent protective devices;
- c) residual current protective devices in accordance with IEC 60755 shall be of type B suitable for DC fault current;
- d) insulation monitoring devices (e.g. in IT systems);
- e) fault-voltage operated protective devices (according to IEC 60364-4-41).

4.3.2 Protection by automatic disconnection of supply

4.3.2.1 TN-system

In a TN system (according to IEC 60364-4-41) the positive or negative terminal (see Figure 1 and Figure 2) or the central point (in special cases also a non-central point) of the battery installation shall be connected to earth.

NOTE TN (terre neutre – French).

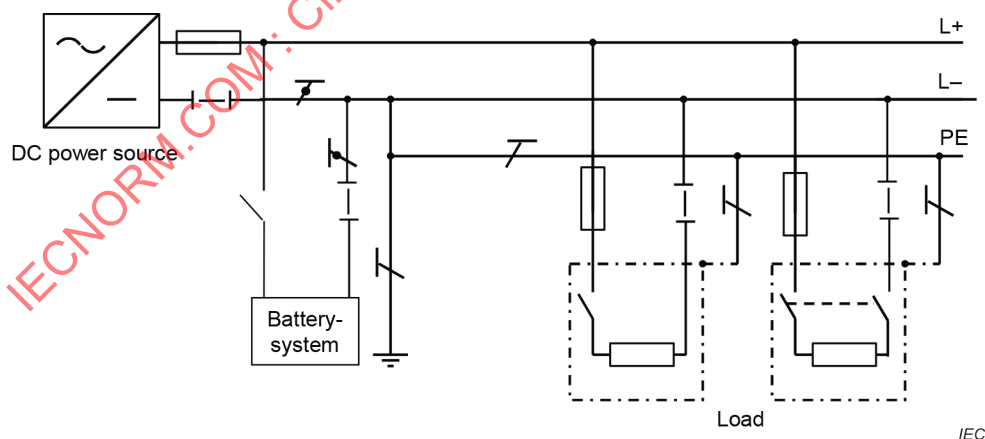
The exposed conductive parts of the equipment shall be connected to the protective earthing conductor (PE)¹, the PEN-conductor (PEN)², or to the functional earthing and protective earthing conductor (FPE)³, which is connected to the point on the battery having earth potential. Additional earthing of the protective conductor may be required in order to ensure that its potential deviates as little as possible from earth potential.

For fixed mounted electrical equipment, the disconnecting time shall be within 5 s after a fault occurs.

NOTE For portable equipment and socket-outlet circuits, IEC 60364-4-41 applies.

PE conductor: conductor provided for purposes of safety, for example, protection against electrical shock.

PEN conductor: conductor combining the functions of both protective earthing conductor and neutral conductor.



Other methods for protection, except fuses, are permissible in accordance with 4.3.

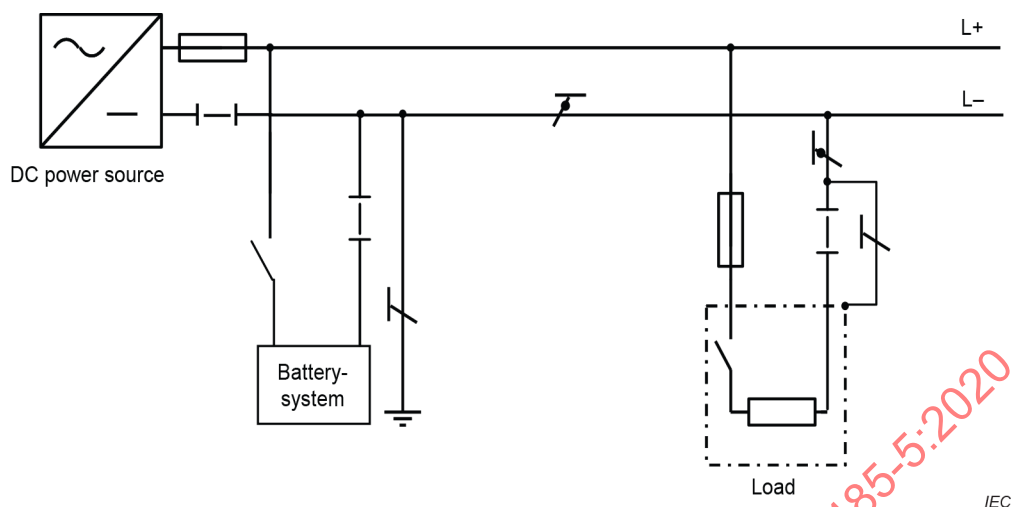
Figure 1 – TN system with separate protective conductor (PE) in the entire system (TN-S network)

¹ For definition of protective earthing conductor, see IEC 60364-5-54.

² Introduced with reference to IEC 60364-5-54.

³ For definition of functional earthing and protective earthing conductor, see IEC 60950-1.

In the TN-S system, the protective conductor (PE) shall be free of load current.



Other methods for protection, except fuses, are permissible in accordance with 4.3.

Figure 2 – TN system with functional earthing and protective earthing (FPE, PEN) combined with an external line conductor (TN-C system)

In the TN-C system for DC-installations, the protective conductor and the earthed line conductor carrying the load current are combined. The cross-sectional area of the PEN or FPE conductor shall be at least 10 mm² Cu.

4.3.2.2 TT system

In a TT system (see Figure 3) the positive or negative terminal or another point on the battery installation shall be connected to earth (system earth electrode).

NOTE TT (terre terre – French)

The exposed conductive parts of the electrical installation shall be earthed individually, in groups or collectively, to a common earth electrode which is separate from the system earth electrode.

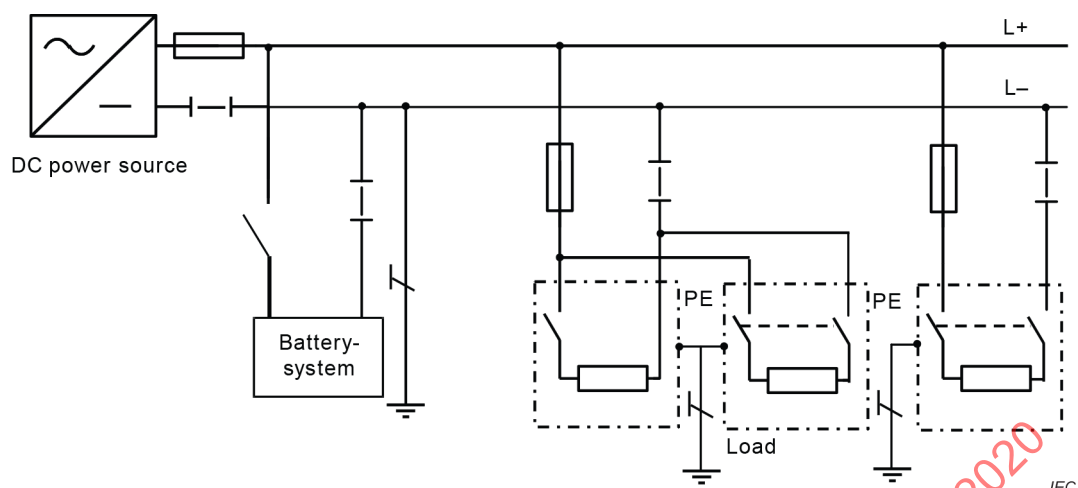
All exposed conductive parts collectively protected by the same protective device shall be connected together with protective conductors to an earth electrode common to all those parts. Simultaneously accessible conductive parts shall be connected to the same earth electrode (according to IEC 60364-4-41).

Apart from the protective devices mentioned in 4.3, fault-voltage operated protective devices are also applicable (according to IEC 60364-4-41).

In TT-system circuits, when the protective device is an overcurrent protective device, the disconnecting time for all equipment shall be within 5 s after a fault occurs. According to IEC 60364-4-41, overcurrent protective devices shall be applicable for fault protection only when a very low value earth resistance R_a exists.

NOTE R_a is the sum of the resistance of the earth electrode and the protective conductors for the exposed conductive parts.

Disconnecting times of up to 1 s are admitted when using residual current devices.



Other methods for protection, except fuses, are permissible in accordance with 4.3.

Figure 3 – TT system

4.3.2.3 IT system

In an IT system (see Figure 4) no point of the battery installation is directly connected to earth. It shall be insulated from earth or connected to earth through sufficiently high impedance (e.g. through an insulation monitoring device).

NOTE IT (isolé terre – French)

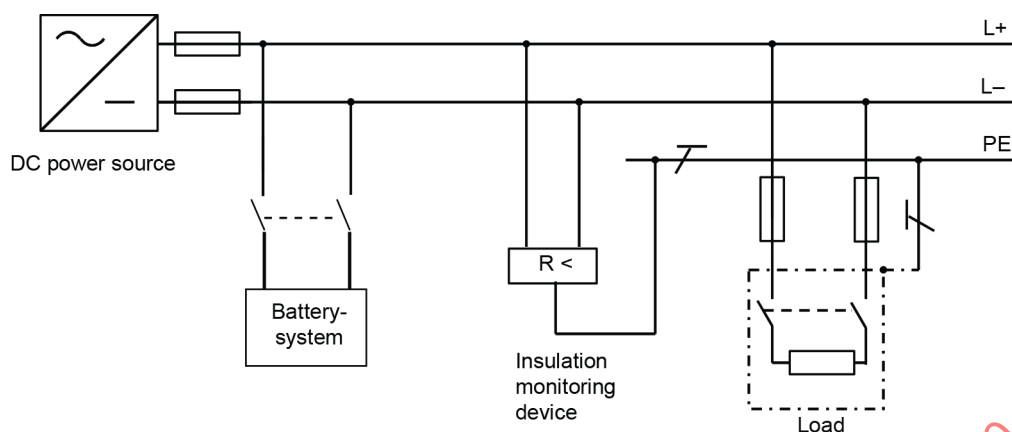
All exposed conductive parts of equipment shall be earthed individually, in groups or collectively to a common earth electrode via a protective conductor.

Exposed conductive parts which are protected by a common protective device shall be connected by protective conductors to a common earth electrode. Exposed conductive parts which are simultaneously accessible shall be connected to the same earth electrode (according to IEC 60364-4-41).

Apart from the safety devices mentioned in 4.3, insulation monitoring devices suitable for DC voltages are also applicable.

In an IT system, disconnection is not required at the occurrence of the first fault from a live part to the exposed conductive parts or to earth. If an insulation monitoring device is provided, this device shall initiate an audible and/or visual signal (according to IEC 60364-4-41).

Precautions shall be taken to prevent hazardous touch voltage levels in the event of a second fault (e.g. disconnection by an overcurrent protective device, a residual current or fault voltage protective device) (according to IEC 60364-4-41).

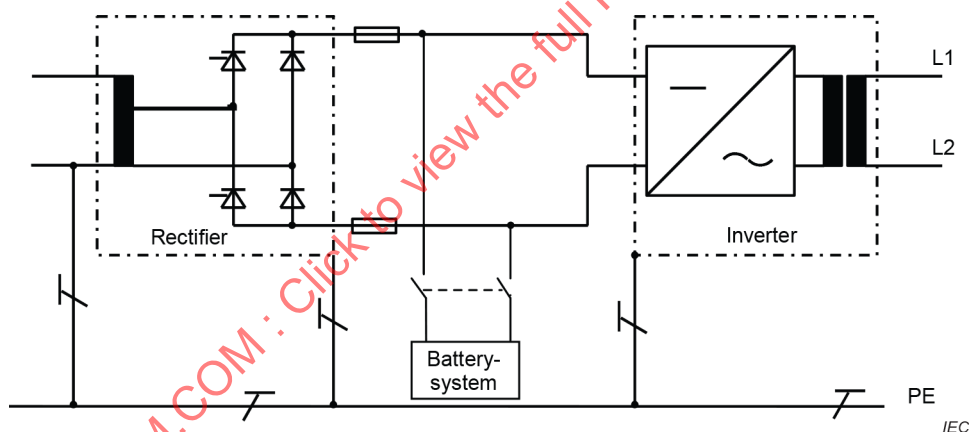


Other methods for protection, except fuses, are permissible in accordance with 4.3.

Figure 4 – IT system

4.3.2.4 Intermediate DC current circuits with electrical connection to the AC supply

Systems of this type (see Figure 5) are used, for example, in intermediate DC circuits of converter devices, for example, UPS systems. Overcurrent protective devices are necessary in all conductors which lead to the battery. The overcurrent protection can also be a part of the battery module and can be a part of the battery.



Other methods for protection, except fuses, are permissible in accordance with 4.3.

Figure 5 – Converters with intermediate DC circuit (IT system) (example)

It shall be ensured that no AC voltage appears at the battery terminals whose RMS voltage value with respect to earth is above the upper limit charging voltage of the battery. To ensure this, the DC system can be provided with an appropriate detection device, which either monitors the fault or disconnects the rectifier circuit.

The protective provisions applied in the single/three-phase AC supply shall, where technically possible, be retained for the DC circuit and, if necessary, be extended by suitable ancillary components so that, in the event of a fault, no hazardous touch voltage (> 50 V AC or > 120 V DC) remains at the exposed conductive parts of the equipment.

Residual current protective devices (RCDs) in accordance with IEC 60755 shall be of type B suitable for DC fault current.

4.3.3 Protection by use of class II equipment or by equivalent insulation

Protection by double or reinforced insulation shall be employed for electrical equipment to comply with protection class II according to IEC 61140 or by equipment with equivalent insulation (see IEC 60364-4-41).

4.3.4 Protection by electrical separation

For the application of protection by electrical separation, see IEC 60364-4-41.

A separation shall be used as a source of supply in accordance with IEC 60364-4-41.

An "equivalent current source" within the meaning of IEC 60364-4-41 is a battery in which the entire battery is insulated. The separation shall comply with the test requirements for protective insulation in accordance with IEC 60364-4-41.

4.4 Protective measure: extra-low voltage provided by SELV, PELV and FELV

4.4.1 General The protective provisions described in IEC 60364-4-41, safety extra-low voltage (SELV) and protective extra-low voltage (PELV), shall only be used for battery installations with maximum voltages up to 120 V DC.

Battery installations shall meet the requirements for basic protection or fault protection.

NOTE When SELV, PELV and FELV are employed, the requirements for metal battery stands and cabinets specified in 4.3 do not apply.

4.4.2 Protection by SELV or by PELV

Protection against electric shock is ensured when the following conditions are met simultaneously:

- the power source complies with the safety requirements in accordance with IEC 60364-4-41, which reliably prevents the mains AC voltage exceeding the values specified in IEC 60364-4-41, on the DC side in the event of a fault;
- the arrangement of the circuits complies with IEC 60364-4-41.

It shall be ensured that live parts or exposed conductive parts of SELV circuits cannot be connected to live parts or to exposed conductive parts of another circuit.

If the maximum DC voltage of the battery installation does not exceed 60 V DC and the above conditions are met, then in general, basic protection against live parts may be omitted (exceptions shall be in accordance with IEC 60364-7-706).

Where the maximum voltages exceed 60 V DC then basic protection against live parts shall be provided by:

- barriers or enclosures of the minimum degree of protection type required shall be according to IEC 60529, IP2X or IPXXB,
or
- insulation which withstands a test voltage of 500 V AC for 1 min according to IEC 60364-4-41,
or
- protection through obstacles or distance which is expressly permitted in accordance with 4.2 in battery installations and battery rooms according to IEC 60364-4-41.

4.4.3 Protection by functional extra-low voltage (FELV) without protective separation

If the maximum voltage does not exceed 120 V DC, and the requirements of 4.4.2:

- relevant to an electrochemical power source, which is independent or separated by protection separation;
and/or
- relevant to the arrangement of the circuits (e.g. connection of a conductor to the protective conductor of the primary circuit)

cannot be met, then provisions shall be taken to ensure basic protection and fault protection.

Basic protection shall be ensured by:

- insulation correlating at least with the lowest test voltage specified for the primary circuit
or
- barriers or enclosures which ensure the minimum degree of protection type required shall be according to IEC 60529, IP2X or IPXXB.

Fault protection shall be ensured by:

- connection of the exposed conductive parts of the equipment to the protective conductor of the primary circuit when one of the protective measures is used as described in IEC 60364-4-41
or by
- connection of the exposed conductive parts of the equipment to the non-earthed equipotential bonding of the primary circuit if protective electrical separation in accordance with IEC 60364-4-41 is used.

5 Disconnection and separation

Devices shall be provided to disconnect the battery installation from all lines of incoming and outgoing circuits and from earth potential. These devices can be:

- circuit breakers, switches;
- plug and socket outlets;
- removable fuses;
- connecting links (connector or bus bar);
- specially designed clamps.

The devices shall be applicable to direct current and afford the necessary isolation. During disconnection the battery shall not be grounded or put under short-circuit.

6 Prevention of short-circuits and protection from other effects of electric current

6.1 General

In addition to the hazard of electric shock, the current flow in battery systems can cause other hazards. This is because very high currents may flow under fault conditions, and the voltage at the battery terminals cannot be switched off in accordance with IEC 60364-4-43 and IEC 60364-5-53.

The design of the cells and batteries generally integrates protections (like vents) in order to release gas without creating a risk of bursting the cells or batteries. Ignition of vented electrolyte gas by sparks from a protection device during the disconnection process shall be considered. The vented gas can contain hydrofluoric acid (HF). Furthermore flame retardant plastics (according to IEC 60695-11-20 and/or IEC 60695-11-10) are used to avoid additional contribution of the plastic combustion to the heat generated.

6.2 Short-circuits

The electric energy stored in cells or batteries may be released in an inadvertent and uncontrolled manner due to short circuiting of the terminals. Because of the considerable energy, the heat generated by the high current can produce molten metal, sparks, explosion and vaporisation of electrolyte.

The overcurrent protective device shall have a breaking or short clearing capability higher than the short-circuit current of the lithium ion battery.

The main connections at the battery terminals shall be designed to withstand the mechanical stress caused by electromagnetic forces generated during a short circuit.

All battery connections up to the battery protection device shall be installed in such a way that a short-circuit shall not occur under any foreseeable conditions. For the type of conductor arrangement of unprotected conductor sections, IEC 60364-4-43 and IEC 60364-5-53 shall be taken into consideration. For calculation and estimate of battery short-circuit current, reference shall be made to IEC 61660-1 and IEC 61660-2, and for reasonably foreseeable misuse of external short-circuit of the battery, reference shall be made to IEC 62619 and IEC 62133-2.

NOTE Compared to lead-acid batteries, lithium ion batteries have a lower internal resistance and a faster internal mass transport rate. Thus, their short-circuit current is significantly higher at the same battery voltage and capacity.

The insulation shall be resistant against the effects of ambient influences like temperature, dampness, dust, gasses, steam, and mechanical stress. Where terminals and conductors are not insulated, by design or for maintenance purposes, the use of insulated tools according to IEC 60900 is recommended.

Maintenance instructions for the batteries shall indicate that when working on live equipment, the use of appropriate working procedures and the exclusive use of insulated tools shall be enforced so as to reduce the risk of injury. See IEC 60900 for further details.

6.3 Maintenance instructions

6.3.1 General

General instructions for battery maintenance shall include in the prevailing language suitable work practices, protective equipment and procedures to be followed.

6.3.2 Protective measures during maintenance

Maintenance operations shall be performed according to the manufacturer's specifications.

During maintenance operations, personnel may carry out work close to the battery system.

Personnel involved in work on or close to a battery shall be competent to carry out such work and shall be trained in all necessary special procedures. To minimise the risk of injury, the battery system shall be designed with

- battery terminal covers which allow routine maintenance whilst minimising exposure to live parts;
- fuse carriers which prevent contact with live parts.

All metallic personal objects shall be removed from the hands, wrists and neck before starting work.

For battery systems where the maximum voltage is > 120 V DC, insulated protective clothing and local insulated coverings shall be required to prevent personnel from making contact with the floor or parts bonded to earth.

During maintenance operation, batteries shall be treated in accordance with the battery manufacturer's directions. When manufacturer instructions do not exist then batteries shall neither be connected nor disconnected when current is flowing.

The circuit shall be isolated elsewhere first.

When screw type fuses are used, the battery output terminals shall be connected to the bottom contact. However screw type fuses are not recommended where both terminals remain live after the fuse is removed, for example, within parallel battery systems.

For maintenance purposes, batteries having a maximum voltage above 120 V DC should be divided into sections consisting of 120 V DC or less.

Back-feeds from chargers or parallel batteries may cause the accessible contacts to be live when the fuse is removed.

The use of insulated tools according to IEC 60900 is recommended.

6.4 Leakage currents

The batteries shall be kept clean and dry to avoid risks of fire or corrosion.

Lithium ion batteries shall be installed according to manufacturer's recommendations.

The minimum isolation resistance between the battery circuit and other local conductive parts shall be greater than 100Ω per volt (maximum voltage of battery system). The insulation shall resist the environmental effects of temperature, dampness, dust, gasses, steam, and mechanical stress.

Before carrying out any test of Clause 6, the absence of hazardous voltage between the battery and the associated rack or enclosure shall be verified.

The battery shall be isolated from the exterior circuit before an isolation-to-ground resistance determination test is carried out.

7 Provision against hazards

7.1 General

Within the standard temperature range, secondary cells can be charged at the maximum charge current, which is specified from a safety point of view. Lithium ion cells shall always be operated within the operating region specified by the cell manufacturer (voltage, temperature, current) in accordance with Annex A of IEC 62619:2017 and the storage conditions (see Annex C).

7.2 Charging modes

The usual charging mode for stationary batteries is the constant current/constant voltage charge (for charge characteristics, the profile is constant current/constant voltage charge, see Clause A.3).

For charge with constant power, the upper limit of voltage/current should be kept.

NOTE The regulations of charge voltage/current are carried out by the charger (when a BSM is attached, the charger can be in communication with it).

Especially at the low temperatures of the operating temperature range of a cell or battery, specified by the manufacturer, it might be necessary to reduce the charging current to avoid lithium plating on the anode (i.e. cell damage). The necessary reduction of the charging current is not always mentioned on the cell/battery data sheet. Thus, this information needs to be requested from the manufacturer.

7.3 Overcharging or overdischarging under fault conditions

There may be other circumstances, for example, charger or load malfunction conditions, where the battery may produce harmful gas, for which ventilation is not foreseen. Electrical precautions against charger malfunction shall be provided, for example, by lowering the charge voltage below the open circuit upper limit charging voltage of the cells, specified by the cell manufacturer or by automatic disconnection of charging power supply or switching off the power flow to and from the battery so that:

- no cell or cell block is charged higher than its upper limit charging voltage.
- no cell or cell block is discharged lower than its lower limit discharging voltage.

The disconnection of the battery is one of its most important safety functions. Thus, this function shall be redundant (disconnection devices and their control) or shall have a suitable safety integrity level (SIL).

If communication between the BMS and the charger (see 7.2, Note) is relevant, the loss of this communication is also safety critical.

7.4 Prevention of electrostatic discharges when working with batteries

Care shall be taken not to wear clothes and footwear which may build up electrostatic charges (according to IEC TR 61340-1 or IEC 61340-5-1) unless this is in conflict with a requirement for insulating clothes and footwear.

8 Provision against hazards posed by chemical substances

8.1 General

Lithium ion batteries are products which release no chemical substances when used properly.

Through damage of the secondary cells or battery, or through misuse or incorrect operation, chemical substances may be released. Always follow the safety instructions in the cell manufacturer's product-specific documentation. The manufacturer's safety instructions shall, at a minimum, contain the safety instructions provided in this Clause 8.

Manufacturers must specify the harmful chemical substances which can be released or occur by reaction with the environment. A safety data sheet (SDS) is acceptable for that requirement.

8.2 Initial actions in case of hazardous chemical release

8.2.1 General

In the event that hazardous quantities of electrolyte are released, or in case of smoke, or fire, leave the battery room and contact the fire brigade.

8.2.2 Eye or skin contact

If hydrocarbons or electrolyte from a cell come into contact with the skin or eyes, thoroughly rinse the affected areas with water for at least 15 min. In all cases, immediate medical attention shall be obtained.

8.2.3 Swallowing

Rinse mouth and wash around the mouth with water. In all cases, immediate medical attention shall be obtained.

8.2.4 Respiratory tract

Leave the room immediately if there is an intensive smoke build-up or release of gas. If there is inadvertent inhalation and subsequent irritation of the respiratory tract, immediate medical attention shall be obtained.

8.2.5 Burns

If burns are caused, treat them accordingly. Likewise, immediate medical attention shall be obtained.

8.3 Battery accessories and maintenance tools

Materials used for battery accessories, battery stands or enclosures, and components inside battery rooms shall be designed to prevent access to hazardous parts or be protected.

9 Accommodation, housing

9.1 General

Batteries shall be housed in protected accommodations. If required, especially for large-scale battery energy storage systems (BESS), electrical accommodation or locked electrical accommodation shall be provided.

The following kinds of accommodation can be chosen:

- separate rooms for batteries in buildings;
- specially separated areas in electrical accommodation;
- cabinets or enclosures inside or outside buildings;
- outdoor mounting;
- battery compartments in appliances – battery casings which provide suitable protections and isolation.

The following factors shall be taken into consideration when selecting the accommodation:

- a) protection from external hazard, for example, fire, water, shock, vibration, vermin;
- b) protection from hazards generated by the battery, for example, high voltage, explosion hazards, electrolyte hazards, corrosion and ground short effects;
- c) protection from access by unauthorised personnel;
- d) protection from extreme environmental influences, for example, temperature, humidity, airborne contamination.

9.2 Specific requirements for separate battery rooms

Depending on the type and size of the batteries, the following requirements shall apply when using a separate battery room:

- a) The floor/wall shall be designed to take the load of the battery. A reserve margin shall be taken into consideration for future extension.
- b) The electrical installation shall be carried out according to the standards on erection of electrical installations in buildings.
- c) If access is restricted to authorised personnel, the doors shall be lockable and emergency doors shall be anti-panic type. The anti-panic door shall swing outwards. The doors shall only be lockable from the outside. From the inside, the door shall be easily opened by means of an emergency mechanism.

9.3 Specific requirements for the specially separated areas in rooms accommodating electrical equipment

All the requirements for the accommodation of batteries as described in 9.2 shall be fulfilled and in addition the following measures shall be taken:

- a) Warning and barring signs according to 11.1 shall be affixed close to the battery;
- b) Measures for protection against electric shock according to Clause 4.

9.4 Battery enclosures

A battery enclosure may be selected for the following reasons:

- to avoid routing cables from another battery location;
- to provide a functionally complete item of equipment in one enclosure;
- for protection against external hazards;
- for protection from hazards generated by the battery;
- for protection from access of unauthorised personnel;
- for protection from external environmental influences;
- for protection against fire propagation.

The following requirements shall apply when housing batteries in an enclosure:

- the floor (or shelf, if fitted) and the wall-mounted systems shall be designed to take the load of the batteries;
- partitions within an enclosure reduce the effectiveness of ventilation, which can increase the temperature of the battery: this performance degradation shall be assessed during the design of the enclosure;
- the distance between modules shall ensure cooling in accordance with the described manufacturer's requirements;
- the enclosure shall prevent access to hazardous parts by unauthorised persons;
- the enclosure shall allow adequate access for maintenance using the tools necessary for the task.

9.5 Working on or near batteries

9.5.1 Working distances within battery rooms

To enable inspection, maintenance and changing of modules, adequate working space shall be available.

To allow emergency evacuation, an unobstructed escape path shall be maintained at all times with a minimum width of 750 mm. For maximum battery voltages exceeding 120 V DC, a width according to IEC 60364-4-41 shall be maintained.

To allow temporary equipment to be placed in the access way, it is recommended that the escape path width be increased. The increased width may be based on the equipment which

will be used, or be 1,5 times the width of the equipment or be 1 200 mm if no other information is available.

9.5.2 Remarks on special work in battery rooms

Working on batteries or inside the safety distance with welding or soldering equipment, grinding machines or similar tools shall be carried out only by trained personnel who have been expressly advised on the product and the potential dangers involved. The travel distance of flying sparks shall be monitored.

Before such work is carried out, batteries shall be disconnected according to the battery manufacturer's procedure.

For used materials of battery accessories, battery stands or enclosures inside battery rooms, see 8.3. Devices used for battery accessories, battery stands or enclosures, and components inside battery rooms shall be designed to prevent access to hazardous parts or be protected (see 8.3).

9.6 Accommodation of lithium ion batteries in combination with batteries containing aqueous electrolyte (e.g. lead-acid and NiCd batteries) in the same room

Where batteries of other chemistries are located in the same room, precautions shall be taken in accordance with the relevant safety standard for all systems. Specific risks arising from the combination shall be considered, for example, corrosion of lithium ion batteries from acid spills of lead-acid batteries.

10 Charge current requirements

10.1 General

For charging methods and modes of operation, refer to Annex A.

10.2 Superimposed ripple current

Ripple current in the battery is generated only by the charger and/or the load. When determining the ripple current interaction between the charger and battery, the load should also be taken into account. The ripple current generates heat inside the cells and should be kept as low as possible. The summary of the effective alternating currents at each harmonic frequency can be calculated with I_{eff} according to following equation:

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{\sum_{n=1}^k I_n^2}$$

where

I_{eff} is the effective alternating component of charge current (RMS);

n is an integer;

k is the number of harmonic frequencies;

I_n is the effective alternating currents (AC) at each harmonic frequency (RMS).

10.3 Maximum ripple current

The superimposed effective alternating component of the charge current I_{eff} (RMS) should be limited to the values specified by the manufacturer.

The peak voltage generated by the ripple current should not exceed the maximum charge voltage.

The peak current generated by the ripple current should not exceed the maximum charge current.

Higher values of AC ripple current might detrimentally affect the life of batteries.

The effective current I_{eff} can be measured with an AC clamp-on ampere meter or similar.

11 Identification labels, warning notices and instructions for use, installation and maintenance

11.1 Warning labels and notices in rooms

At least the following warning labels or notices according to the ISO 3864 series or IEC 60417 shall identify a battery room and be displayed on its outside:

- "Dangerous voltage", if the battery voltage is greater than U_{DC} 60 V (IEC 60417-5036:2002-10)
- barring sign for "Fire, naked flames, smoking prohibited" (IEC 60417-6039:2010-08)
- warning sign "Accumulator, Battery Room" to indicate dangerous electrolyte, voltages and currents (ISO 7010 W026).

11.2 Identification labels or marking on cell, module, battery pack or battery system

The identification label or marking shall be durably fixed on each cell, module, battery pack or battery system and shall include all the information as required by IEC 62620.

When the uppermost level equipment has the marking, the marking on the cell, battery and module is not required.

11.3 Instructions for use, installation and maintenance

The following instructions shall be supplied and displayed in the vicinity of the battery installation:

- a) Name of installer;
- b) Date of commissioning;
- c) Safety recommendations and installation, operation and maintenance instructions;
- d) Information regarding disposal and recycling.

The instructions should be formulated so as to be easily understood also by maintenance and operation personnel for whom the language used to write the instructions is not their mother tongue. Instructions shall be in a national language accepted in the respective countries.

11.4 Other labels

National or international regulations may require additional markings or labelling. Such regulations are for example EC Directive 2006/66/EC (on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators) also called "Batteries directive".

12 Transportation, storage and environmental aspects

Lithium batteries are regulated as dangerous goods by the United Nations Transport Organisation and other national transport authorities. The current UN directives and recommendations apply.

New and functional operating batteries are to be handled equally.

The following international regulations apply for transport and safe packing of dangerous goods depending of the geographic area and mode of transport:

- Road: international, national
For example: European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)
- Rail: international
Convention concerning the Contract for International Carriage of Goods by Rail (CIM)
Appendix C: Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID)
- Sea: international
International Maritime Organisation, International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG)
- Air: international
International Air Transport Association, Dangerous Goods Regulations (IATA-DGR), based on the International Civil Aviation Organization – Technical Instructions (ICAO-TI).

NOTE Specific transport conditions are applicable for new, waste, damaged and defective lithium batteries.

13 Inspection and monitoring

For functional and safety reasons, a regular inspection of the battery and its operating environment is required.

Inspection and maintenance of a battery system shall be done in accordance with the manufacturer's requirements.

If a capacity test is carried out, the following test methods should apply in accordance with IEC 62620:2014, 6.3.

To ensure the safe operation of a stationary battery, regular inspection is required. Any signs of deterioration shall be noted and be subject to repair, specifically in the case of electrolyte leakage and insulation failures. Deteriorating lithium ion batteries may be recognised by a slightly swollen housing. A swollen housing usually indicates a safety critical state which is caused, for example, by internal gas pressure, loss of vacuum (only pouch cells) or the deposition of metallic lithium (plating, dendrites, etc.). Further operation (especially charging) leads to failures such as leakage of electrolyte, venting of electrolyte gas or a thermal runaway. In such cases, the battery shall be taken out of operation, regardless of whether there are any related manufacturer instructions or not.

The inspection of the battery can be incorporated into the regular maintenance routine of the battery.

Regular inspection and monitoring of batteries in service shall be performed in accordance with the recommendations contained in the battery manufacturer's instructions.

14 EMC for stationary application

The complete lithium ion battery consists of the lithium ion cell or cells/blocks and the integrated battery management system/unit (BMS/BMU). The BMS/BMU implements the internal current, voltage, and temperature measurements, the alarm and possible protection components for current cut-off for safe operation of the battery. The DC output facilitates the safe powering of several components and networks. The AC or DC input of the DC power source is necessary for charging the battery.

The battery systems shall be installed with a DC power source which fulfils the requirements for the applicable EMC standards.

The EMC measurements apply for the gate of the AC input and for the DC output.

The AC input for the auxiliary power should also fulfil the EMC requirements.

For EMC testing, see Annex B.

The ESD testing of the lithium ion battery is carried out in regards to the application.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62485-5:2020

Annex A (informative)

Charging methods and modes of operation

A.1 Parallel operation mode

A.1.1 General

The parallel operation mode provides a continuous power supply without interruption to the load. Figure A.1 shows the principal circuit for parallel operation mode.

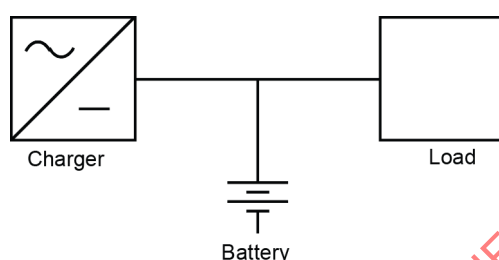


Figure A.1 – Parallel operation mode circuit

A.1.2 Battery "stand-by" operation mode

In the "stand-by" operation mode, the battery is connected across a direct current supply with voltage regulation in order to instantaneously supply DC power to the load in the event that a mains power outage disables the current supply capability of the DC current source. In UPS systems, the DC current supplied by the battery is fed into an inverter which in turn supplies the load with the appropriate AC current.

The battery is thus under permanent charge at float voltage charge conditions.

A.1.3 Battery "buffer" operation mode

In the "buffer" operation mode, the battery is connected across a direct current supply with voltage regulation in order to instantaneously supply additional power to the load in the event that the current supply capability of the DC current source is exceeded by the load demand. This may happen at variable intervals ranging from seconds to many minutes and lasting from milliseconds to minutes.

The battery is hence charged only when the direct current supply can furnish power in excess of that needed by the load.

Figure A.2 shows the example of the battery charge current interlaced by frequent temporary discharge when the load current exceeds the current supply capability load current.

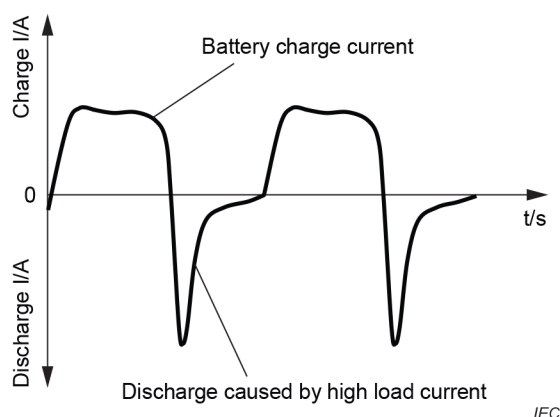


Figure A.2 – Example of battery charge current interlaced with frequent temporary discharge events due to a load current exceeding the current supply capability

To compensate for the inevitable capacity decrease when in the "buffer" operation mode, charging at a permanently high voltage is required, and the upper limit charging voltage should not be exceeded. The calendar service life of a battery under a "buffer" operating mode is generally significantly less than that under a "stand-by" operation mode.

A.1.4 Shallow cycling operation mode

In the shallow cycling operation mode, the battery is submitted to frequent discharges ranging from about 5 % to 30 % depth of discharge (DOD) followed by a recharge mostly with the float voltage. The service life of the battery under these conditions is mainly determined by the number and depth of these discharge cycles.

A.2 Response mode operation

The response operation mode provides a continuous power supply with or without an interruption while the battery is connected to the load. The battery is float charged permanently but is normally disconnected from the load circuit. Figure A.3 shows the principal circuit for response operation mode.

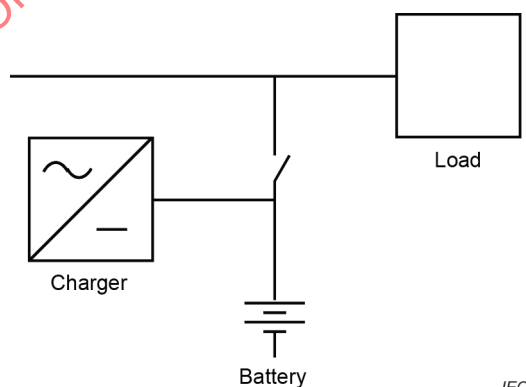


Figure A.3 – Response mode operation circuit

A.3 Charging methods

A.3.1 General

Charging methods to be used should recharge batteries within the time specified by the application.

Figure A.4 shows the profile of a constant current/constant voltage charge.

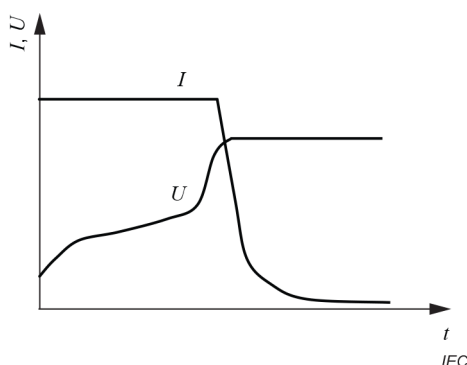


Figure A.4 – Constant current/constant voltage charge

The battery manufacturer should provide the values for the constant current and constant voltage charging.

A.3.2 Temperature compensation of the charge voltage and limiting of charge currents

Temperature compensation of the charge voltage may be beneficial when the battery temperature deviates from the rated ambient temperature of 20 °C or 25 °C. This compensation enhances the recharge at low temperatures and reduces the float charge current and increases the rate of ageing at high battery temperatures. The battery manufacturer should be consulted for further information on the proper voltage compensation scheme.

NOTE A reduced charge voltage and current at low temperatures reduces the risk of lithium-metal plating.

A.4 Discharge

The discharge is limited by the maximum discharge current and the minimum discharge voltage to prevent deep discharge.

The discharge is limited by the temperature window, specified by the manufacturer.

Annex B (normative)

Electromagnetic compatibility (EMC)

B.1 Case 1 – EMC requirements for battery systems depending on each end-device application

EMC requirements for the battery system shall fulfil requirements according to each application such as stationary, traction, substation, railway, etc., or according to the agreement between customer and supplier. The EMC test shall be conducted on the end-device such as a BESS or a smaller unit which represents the end-device.

B.2 Case 2 – EMC requirements for testing battery system as an end-device

If the battery system is sold on the consumer market as an end-device, the test shall be carried out on the battery system.

EMC standards to be applied for testing battery system immunity (including ESD) and emission in residential, commercial, light-industrial, or industrial environments are as follows:

- Immunity:
 - IEC 61000-6-1 for residential, commercial, light-industrial environments or
 - IEC 61000-6-2 for industrial environments;
- Emission:
 - IEC 61000-6-3 for residential, commercial, light-industrial environments or
 - IEC 61000-6-4 for industrial environments.

Tests on the DC lines for emission and immunity shall be performed even if these tests are only optional or informative in the used EMC standards.

NOTE EMC requirements of the systems can fulfil the higher standard for immunity – for example:

Immunity: IEC 61000-6-2 instead of IEC 61000-6-1

Emission: IEC 61000-6-3 instead of IEC 61000-6-4.

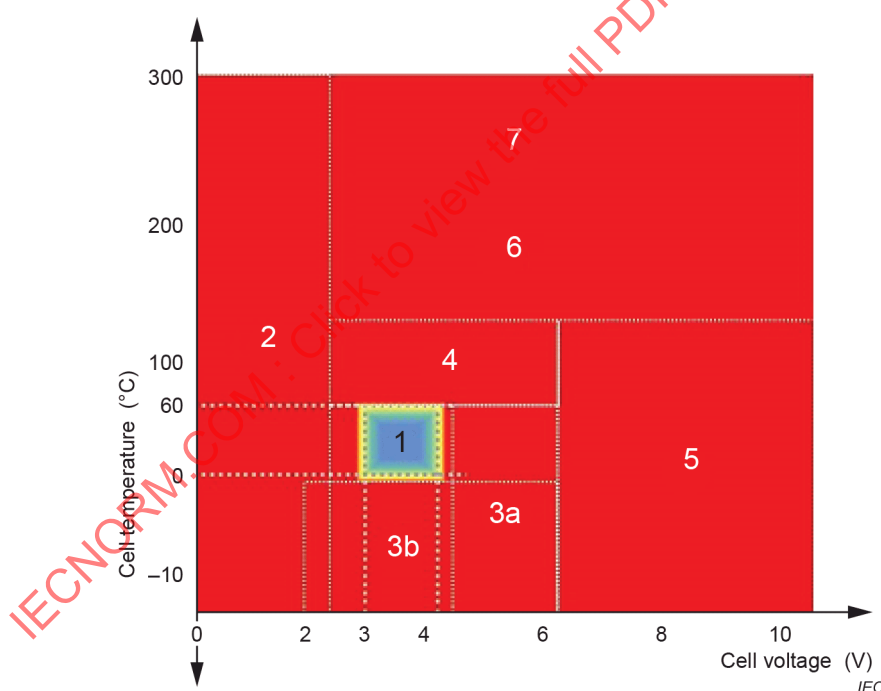
The functional safety test plan shall be made according to IEC 61000-1-2 and IEC 61000-6-7.

Annex C (informative)

Cell behaviour inside and outside of operating region

Lithium ion cells have manufacturer's specifications regarding the operating region (current, temperature, voltage) and storage conditions (in particular, temperature and state of charge (SOC) if not in operation), which should be adhered to, see Figure C.1. Otherwise, the cells can be irreversibly damaged and undergo changes, such that even after returning to their operating region, the cells can become unsafe. In this case, their behaviour is no longer as safe as during previously passed tests, and under continued operation the cells themselves can become a cause of defect (e.g. internal short-circuits, release of gas, fires). For this reason, for example a lithium ion battery used in the residential/stationary application should be shut down after damage has occurred to the cell, and may not be turned operational until a professional test and overhaul (performed by a specialist authorized by the system manufacturer) have been performed. If the energy supply from the battery is crucial for important loads (e.g. emergency power for a critical infrastructure), the battery discharge cycle can be completed before its shut-down if the continuation does not lead to an immediate defect (e.g. venting).

The quality management process of the system, battery and cell manufacturer should also ensure that the lithium ion cells are not transported or stored/warehoused under conditions outside of the permissible temperature range.



NOTE The boundaries are examples and can differ by cell design and/or usage condition even with the same NMC/graphite system. Therefore these boundaries cannot be guaranteed.

- 1 Operating region – safe operating range
- 2 Dissolution of the anode copper
- 3 a) Li-plating during overcharging
b) Li-plating during low temperature charging
- 4 Possible defect of the solid electrolyte interface (SEI) layer in graphite anodes, gas pressure increases, possibly slow thermal runaway
- 5 Temperature increases, gas emissions, separator melts, fire, etc.
- 6 Gas emission, separator melts, fire, etc.
- 7 Thermal runaway, fire, oxygen from oxides is released and aggravates burning

Figure C.1 – An example for operating region of lithium ion cell

Bibliography

IEC 60065, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

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

IEC 60364-1, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-4-42, *Low-voltage electrical installations– Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*

IEC 60364-5-54, *Low-voltage electrical installations– Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 60364-7-706, *Low-voltage electrical installations – Part 7-706: Requirements for special installations or locations – Conducting locations with restricted movement*

IEC 60449, *Voltage bands for electrical installations of buildings*⁴

IEC 60695-11-20, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test methods*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60900, *Live working – Hand tools for use up to 1 000 V AC and 1 500 V DC*

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60990, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-6-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and substation environment*

IEC/TS 61201, *Use of conventional touch voltage limits – Application guide*

IEC/TR 61438, *Possible safety and health hazards in the use of alkaline secondary cells and batteries – Guide to equipment manufacturers and users*

IEC/TR 62060, *Secondary cells and batteries – Monitoring of lead acid stationary batteries – User guide*

ISO 9773, *Plastics – Determination of burning behaviour of thin flexible vertical specimens in contact with a small-flame ignition source*

EN 14458, *Personal eye-equipment – High performance visors intended only for use with protective helmets*

⁴ Withdrawn publication

EN 20345, *Personal protective equipment – Safety footwear*

EN 50178, *Electronic equipment for use in power installations*

EN 62040-1, *Uninterruptible power systems (UPS). General and safety requirements for UPS*

EC Directive 2006/66/EC, *Batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC*

REGULATION (EC) No 765/2008 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 9 July 2008 setting out the requirements for accreditation and market surveillance relating to the marketing of products and repealing Regulation (EEC) No 339/93

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62485-5:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	41
INTRODUCTION.....	43
1 Domaine d'application	44
2 Références normatives	45
3 Termes, définitions et termes abrégés	46
3.1 Termes et définitions	47
3.2 Termes abrégés	50
4 Protection contre les chocs électriques	51
4.1 Généralités	51
4.2 Protection principale	51
4.3 Protection en cas de défaut	51
4.3.1 Généralités	51
4.3.2 Protection par coupure automatique de l'alimentation	52
4.3.3 Protection par emploi de matériels de la classe II ou par isolation équivalente	57
4.3.4 Protection par séparation électrique	57
4.4 Mesure de protection: très basse tension (TBTS, TBTP et TBTF).....	57
4.4.1 Généralités	57
4.4.2 Protection par TBTS ou par TBTP	57
4.4.3 Protection par très basse tension fonctionnelle (TBTF) sans séparation de protection	58
5 Coupure et séparation	58
6 Prévention des courts-circuits et protection contre les autres effets du courant électrique	59
6.1 Généralités	59
6.2 Courts-circuits	59
6.3 Instructions de maintenance	60
6.3.1 Généralités	60
6.3.2 Mesures de protection pendant la maintenance	60
6.4 Courants de fuite	60
7 Disposition contre les dangers	61
7.1 Généralités	61
7.2 Modes de charge	61
7.3 Surcharge ou surdécharge dans des conditions de défaut.....	61
7.4 Prévention des décharges électrostatiques lors de travaux sur batteries	62
8 Disposition contre les dangers engendrés par des substances chimiques	62
8.1 Généralités	62
8.2 Mesures initiales en cas de libération de substances chimiques dangereuses.....	62
8.2.1 Généralités	62
8.2.2 Contact avec les yeux ou la peau	62
8.2.3 Absorption	62
8.2.4 Voies respiratoires	62
8.2.5 Brûlures	62
8.3 Accessoires de batteries et outils de maintenance	63
9 Emplacement, logement	63
9.1 Généralités	63

9.2	Exigences spécifiques aux salles des batteries séparées.....	63
9.3	Exigences spécifiques pour les zones spécialement séparées à l'intérieur des locaux abritant des matériels électriques	63
9.4	Enveloppes de batteries.....	64
9.5	Travaux sur ou à proximité des batteries.....	64
9.5.1	Distances de travail à l'intérieur des salles des batteries	64
9.5.2	Remarques concernant les travaux spéciaux dans les salles des batteries	64
9.6	Emplacement dans une même salle des batteries ions-lithium combinées aux batteries contenant un électrolyte aqueux (par exemple, batteries au plomb et batteries au nickel-cadmium)	65
10	Exigences pour le courant de charge	65
10.1	Généralités	65
10.2	Courant d'ondulation superposé.....	65
10.3	Courant d'ondulation maximal	65
11	Étiquettes d'identification, indications d'avertissement et instructions pour l'utilisation, l'installation et la maintenance	66
11.1	Étiquettes et indications d'avertissement dans les salles des batteries.....	66
11.2	Étiquettes ou marquage d'identification apposés sur l'élément, le module, le groupe batteries ou le système de batterie.....	66
11.3	Instructions pour l'utilisation, l'installation et la maintenance	66
11.4	Autres étiquettes.....	66
12	Transport, stockage et aspects d'environnement.....	66
13	Contrôle et surveillance	67
14	CEM pour application stationnaire	68
Annexe A (informative)	Méthodes de charge et modes de fonctionnement	69
A.1	Mode de fonctionnement parallèle	69
A.1.1	Généralités	69
A.1.2	Mode de fonctionnement "en veille" de la batterie	69
A.1.3	Mode de fonctionnement "tampon" de la batterie	69
A.1.4	Mode de fonctionnement en cycles à faible profondeur de décharge	70
A.2	Mode de fonctionnement "réponse"	70
A.3	Méthodes de charge	71
A.3.1	Généralités	71
A.3.2	Compensation de la température de tension de charge et limite des courants de charge	71
A.4	Décharge.....	71
Annexe B (normative)	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	72
B.1	Cas 1 – Exigences de CEM pour les systèmes de batteries en fonction de chaque application du dispositif final.....	72
B.2	Cas 2 – Exigences de CEM pour l'essai du système de batterie en tant que dispositif final	72
Annexe C (informative)	Comportement des éléments à l'intérieur et à l'extérieur de la région de fonctionnement	73
Bibliographie.....		75
Figure 1 – Schéma TN avec conducteur de protection (PE) séparé dans toute l'installation (réseau TN-S).....		53

Figure 2 – Schéma TN avec conducteurs de mise à la terre de protection et de mise à la terre fonctionnelle (FPE, PEN) combinés à un conducteur de phase externe (schéma TN-C)	54
Figure 3 – Schéma TT	55
Figure 4 – Schéma IT	56
Figure 5 – Convertisseurs avec circuit intermédiaire à courant continu (schéma IT) (exemple)	56
Figure A.1 – Circuit du mode de fonctionnement parallèle.....	69
Figure A.2 – Exemple de courant de charge de la batterie entrelacé par des événements de décharge temporaire fréquente dus à un courant de charge dépassant la capacité d'alimentation du courant	70
Figure A.3 – Circuit du mode de fonctionnement "réponse"	70
Figure A.4 – Charge avec courant constant/tension constante	71
Figure C.1 – Exemple de région de fonctionnement de l'élément ion-lithium.....	74

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62485-5:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**EXIGENCES DE SÉCURITÉ POUR LES BATTERIES D'ACCUMULATEURS
ET LES INSTALLATIONS DE BATTERIES –****Partie 5: Fonctionnement en toute sécurité
des batteries ions-lithium stationnaires****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 62485-5 a été établie par le comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

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

FDIS	Rapport de vote
21/1069/FDIS	21/1076/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62485, publiées sous le titre général *Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations de batteries*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62485-5:2020

INTRODUCTION

Les exigences de sécurité décrites englobent les mesures de protection contre les dangers générés par l'électricité et les substances chimiques lors de l'utilisation d'accumulateurs. De plus, elles décrivent des mesures pour le maintien de la sécurité fonctionnelle des batteries et des installations de batteries.

Pour la sécurité électrique (protection contre les chocs électriques) traitée à l'Article 4, le présent document fait référence à l'IEC 60364-4-41. La fonction pilote du présent document est entièrement respectée par l'indication des correspondances des articles concernés. Toutefois, une interprétation est donnée lorsque l'adaptation aux circuits à courant continu est exigée.

Le présent document entre en vigueur à la date de publication et s'applique à toutes les nouvelles batteries et installations de batteries. Les installations précédentes sont destinées à être conformes aux normes nationales existantes au moment de l'installation. En cas de rénovation complète d'installations anciennes, le présent document s'applique.

Les éléments/batteries ions-lithium utilisés dans les applications industrielles stationnaires sont destinés à satisfaire aux exigences de sécurité conformément à l'IEC 62619.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62485-5:2020

EXIGENCES DE SÉCURITÉ POUR LES BATTERIES D'ACCUMULATEURS ET LES INSTALLATIONS DE BATTERIES –

Partie 5: Fonctionnement en toute sécurité des batteries ions-lithium stationnaires

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62485 s'applique à l'installation d'une ou de plusieurs batteries d'accumulateurs stationnaires ayant une tension continue cumulée maximale de 1 500 V sur toute partie sous tension continue du réseau d'alimentation, et décrit les principales mesures de protection en fonctionnement normal ou dans des conditions de défaut prévues contre les dangers engendrés par:

- l'électricité,
- les courts-circuits,
- l'électrolyte,
- les émissions gazeuses,
- le feu,
- l'explosion.

Le présent document fournit les exigences concernant les aspects de sécurité associés à l'installation, l'utilisation, le contrôle, la maintenance et la mise au rebut des batteries ions-lithium utilisées dans des applications stationnaires.

Le présent document couvre les batteries stationnaires pour des applications industrielles qui sont installées dans des bâtiments ou logements distincts, ainsi que les batteries stationnaires qui sont installées dans des bâtiments publics, bureaux et résidences privées. Le présent document couvre également la maintenance et la mise au rebut des batteries ions-lithium utilisées dans des applications stationnaires.

Les batteries contenant du lithium métallique ne sont pas couvertes par le présent document.

Exemples des principales applications:

- télécommunications,
- centrales électriques,
- systèmes d'éclairage de sécurité et d'alarme,
- alimentations sans interruption (ASI),
- démarrage de groupes électrogènes,
- systèmes photovoltaïques.

En général, les exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations de batteries (les informations générales de sécurité et définitions) sont spécifiées pour les batteries au plomb, au nickel-cadmium et à hydrure métallique de nickel conformément à l'IEC 62485-1.

2 Références normatives

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

IEC 60050-482, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

IEC 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*
IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017

IEC 60364-4-43, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-43: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les surintensités*

IEC 60364-5-53, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Dispositifs de protection pour assurer la sécurité, le sectionnement, la coupure, la commande et la surveillance*

IEC 60364-5-54, *Installations électriques basse tension – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Installations de mise à la terre et conducteurs de protection*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible à l'adresse <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

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

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60755, *General safety requirements for residual current operated protective devices* (disponible en anglais seulement)

IEC 61000-1-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 1-2: Généralités – Méthodologie pour la réalisation de la sécurité fonctionnelle des systèmes électriques et électroniques, y compris les équipements, du point de vue des phénomènes électromagnétiques*

IEC 61000-6-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Norme d'immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

IEC 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Norme d'immunité pour les environnements industriels*

IEC 61000-6-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-3: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

IEC 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

IEC 61000-6-7, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-7: Normes génériques – Exigences d'immunité pour les équipements visant à exercer des fonctions dans un système lié à la sécurité (sécurité fonctionnelle) dans des sites industriels*

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

IEC/TR 61340-1, *Electrostatics – Part 1: Electrostatic phenomena – Principles and measurements* (disponible en anglais seulement)

IEC 61340-5-1, *Électrostatique – Partie 5-1: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Exigences générales*

IEC 61660-1, *Courants de court-circuit dans les installations auxiliaires alimentées en courant continu dans les centrales et les postes – Partie 1: Calcul des courants de court-circuit*

IEC 61660-2, *Courants de court-circuit dans les installations auxiliaires alimentées en courant continu dans les centrales et les postes – Partie 2: Calcul des effets*

IEC 62133-2, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches, et pour les batteries qui en sont constituées, destinés à l'utilisation dans des applications portables – Partie 2: Systèmes au lithium*

IEC 62485-1, *Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations de batteries – Partie 1: Informations générales de sécurité*

IEC 62619:2017, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Exigences de sécurité pour les accumulateurs au lithium pour utilisation dans des applications industrielles*

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*

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

ISO 3864 (toutes les parties), *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité*

ISO 7010, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés*

3 Termes, définitions et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-482 et l'ISO/IEC Guide 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 Termes et définitions

3.1.1

élément d'accumulateur au lithium

élément

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

Note 1 à l'article: L'élément comprend typiquement un électrolyte constitué d'un composé de sel de lithium et de solvant organique sous forme liquide, solide ou de gel, et possède un boîtier en métal ou en stratifié.

Note 2 à l'article: Un élément 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.

3.1.2

système de stockage de l'énergie à domicile

HESS

système de batteries stationnaires utilisé dans ou à proximité d'un logement individuel ou multifamilial, ou dans des installations de stockage de l'énergie à domicile

Note 1 à l'article: Ce système est généralement installé dans des locaux non conçus comme des locaux de services électriques ou des salles des batteries.

Note 1 à l'article: L'abréviation "HESS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "home energy storage system".

3.1.3

système de stockage de l'énergie sur batterie

BESS

système stationnaire de stockage et de reconversion de l'énergie électrique, qui comprend les composants nécessaires à cette fonction, notamment la batterie, le système de conversion de l'énergie et le système de gestion de l'énergie

Note 1 à l'article: En général, les fonctions de sécurité et l'enveloppe font également partie du BESS.

Note 2 à l'article: Le système de conversion de l'énergie peut être un convertisseur courant alternatif/courant continu ou un convertisseur continu-continu pour charger ou décharger la batterie.

Note 1 à l'article: L'abréviation "BESS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "battery energy storage system".

3.1.4

système de batterie

batterie

système composé d'un ou de plusieurs éléments, modules ou groupes batteries et qui inclut un système de gestion de batterie assurant le réglage du courant en cas de surcharge, surintensité, surdécharge et surchauffe

Note 1 à l'article: La coupure après surdécharge n'est pas obligatoire en cas d'accord à ce sujet entre le fabricant de l'élément et le client.

Note 2 à l'article: Le système de batterie peut être équipé d'unités de refroidissement ou de chauffage. Un système de batterie de grande taille peut comporter plusieurs systèmes de batterie. Le système de batterie est parfois également appelé batterie.

3.1.5

batterie stationnaire

système de batterie conçu pour fonctionner à un emplacement fixe et qui n'est normalement pas déplacé pendant sa durée de vie en service

Note 1 à l'article: La coupure après surdécharge n'est pas obligatoire en cas d'accord à ce sujet entre le fabricant de l'élément et le client.

Note 2 à l'article: La fonction du système de gestion de batterie (BMS) peut être attribuée au groupe batteries ou au matériel qui utilise la batterie.

Note 3 à l'article: Le BMS peut être divisé pour se retrouver en partie dans le groupe batteries et en partie sur le matériel qui utilise la batterie.

Note 4 à l'article: Le BMS est parfois également appelé BMU (unité de gestion de batterie).

3.1.6

électrolyte

substance liquide ou solide contenant des ions mobiles qui la rendent ioniquement conductrice

Note 1 à l'article: L'électrolyte peut être liquide, solide ou sous forme de gel.

[SOURCE: IEC 600500-482:2004, 482-02-29]

3.1.7

système de gestion de batterie

BMS

système électronique associé à une batterie qui assure le réglage du courant en cas de surcharge, surintensité, surdécharge et surchauffe, et qui surveille et/ou gère l'état de la batterie, calcule les données secondaires, signale ces données et/ou contrôle son environnement afin d'influencer la sécurité, les performances et/ou la durée de vie en service de la batterie

Note 1 à l'article: La coupure après surcharge n'est pas obligatoire en cas d'accord à ce sujet entre le fabricant de l'élément et le client.

Note 2 à l'article: La fonction du BMS peut être attribuée au groupe batteries ou au matériel qui utilise la batterie.

Note 3 à l'article: Le BMS peut être divisé pour se retrouver en partie dans le groupe batteries et en partie sur le matériel qui utilise la batterie.

Note 4 à l'article: Le BMS est parfois également appelé BMU (unité de gestion de batterie).

Note 5 à l'article: L'abréviation "BMS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "battery management system".

3.1.8

charge d'une batterie

opération pendant laquelle un élément d'accumulateur ou une batterie d'accumulateur reçoit de l'énergie électrique d'un circuit extérieur qui conduit à des modifications chimiques à l'intérieur de l'élément et ainsi au stockage de l'énergie sous forme d'énergie chimique

[SOURCE: IEC 600500-482:2004, 482-05-27]

3.1.9

batterie flottante

batterie dont les bornes sont connectées en permanence à une source de tension constante suffisante pour maintenir la batterie approximativement en charge complète, et qui est destinée à fournir de l'énergie à un circuit électrique, lorsque l'alimentation normale est interrompue

Note 1 à l'article: Afin d'augmenter la durée de vie d'une batterie ion-lithium, l'état de charge lors d'une charge flottante est parfois < 100 %.

[SOURCE: IEC 600500-482:2004, 482-05-35, modifiée – Le terme "d'accumulateurs" a été supprimé de la définition; la note a été ajoutée.]

3.1.10

tension de charge flottante

tension constante nécessaire pour maintenir l'élément ou la batterie d'accumulateur en pleine charge ou à l'état de charge prévu

3.1.11

courant de charge flottante

courant issu de la charge flottante

Note 1 à l'article: Ce courant de charge flottante peut être nul après réalisation du processus de charge (lorsque spécifié par le fabricant).

3.1.12

surcharge

<d'un élément ou d'une batterie> charge maintenue au-delà de la charge complète d'un élément ou d'une batterie d'accumulateur

Note 1 à l'article: La surcharge est également l'action de charger au-delà d'une certaine limite spécifiée par le fabricant.

[SOURCE: IEC 600500-482:2004, 482-05-44, modifiée – Le terme "surcharge" utilisé pour traduire le terme anglais ajouté "overcharging" et le domaine ont été ajoutés et la définition a été reformulée.]

3.1.13

tension nominale

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

Note 1 à l'article: Le fabricant de l'élément ou de la batterie peut fournir la tension nominale.

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

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31, modifiée – Ajout des notes 1 et 2.]

3.1.14

limite inférieure de la tension de décharge

tension de décharge la plus basse dans la région de fonctionnement de l'élément spécifiée par le fabricant dudit élément

3.1.15

surdécharge

état de la batterie en cas de décharge d'un ou de plusieurs éléments de ladite batterie sous leur limite inférieure de tension de décharge

3.1.16

tension maximale d'un système de batterie

tension la plus élevée du système de batterie dans lequel la tension maximale de tout élément individuel est inférieure ou égale à la limite supérieure de la tension de charge, les composants fonctionnant dans leur plage de fonctionnement spécifiée / admissible dans toutes les conditions de service

3.1.17

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 dudit élément

Note 1 à l'article: Il convient d'achever le processus de charge avant d'atteindre la limite supérieure de la tension de charge.

3.1.18

court-circuit externe

décharge de courant anormalement élevée due à un défaut conducteur au niveau des parties de polarité opposée à l'intérieur des circuits de batterie ou au niveau des bornes externes

3.1.19

court-circuit interne

conduction électrique dans l'isolation de l'élément due à des défauts de fabrication ou des anomalies de conception dudit élément, voire à un dommage à la suite d'un usage abusif de l'élément lors de son application

3.1.20

bloc d'éléments

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

3.1.21

module

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

3.1.22

groupe batteries

bloc de batteries

dispositif de stockage de l'énergie, composé d'un ou de plusieurs éléments ou modules reliés électriquement et qui inclut des circuits de surveillance, qui fournit des informations (la tension d'un élément, par exemple) à un système de batterie afin d'influer sur la sécurité, les performances et/ou la durée de vie en service de la batterie

Note 1 à l'article: Il peut comporter un boîtier de protection et être équipé de bornes ou d'autres dispositifs d'interconnexion.

3.1.23

emballement thermique

accroissement important et incontrôlé de la température d'un élément entraîné par une réaction exothermique

[SOURCE: IEC 62619:2017, 3.21]

3.2 Termes abrégés

Terme abrégé	Description
DOD	Depth of discharge (profondeur de décharge)
DES	Décharge électrostatique
TBTF	Très basse tension fonctionnelle
BESS	Battery energy storage system (système de stockage de l'énergie sur batterie)
BMS	Battery management system (système de gestion de batterie)
BMU	Battery management unit (unité de gestion de batterie)
HESS	Home energy storage system (système de stockage de l'énergie à domicile)
TBTP	Très basse tension de protection
CTP	Coefficient de température positif
DDR	Dispositif de protection à courant différentiel résiduel
SOC	State of charge (état de charge)
ASI	Alimentation sans interruption

4 Protection contre les chocs électriques

4.1 Généralités

Les dispositions sur la sécurité des batteries et des installations de batteries doivent être conformes à l'IEC 62485-1. Des mesures doivent être prises dans les installations de charge de batteries stationnaires pour la protection contre les contacts directs (protection principale) et contre les contacts indirects (protection en cas de défaut) avec des tensions dangereuses.

Ces mesures sont décrites de manière détaillée dans l'IEC 60364-4-41 et l'IEC 61140. Les paragraphes suivants décrivent les mesures types à prendre pour les installations de batteries et les adaptations qui en résultent.

La norme de matériels appropriée IEC 61140 s'applique aux batteries et aux circuits de distribution en courant continu à l'intérieur des matériels.

4.2 Protection principale

Dans les installations de batteries, la protection principale contre tout contact avec les parties actives doit être assurée conformément à l'IEC 60364-4-41.

Les mesures de protection suivantes s'appliquent:

- protection par isolation des parties actives;
- protection au moyen de barrières ou d'enveloppes;
- protection par obstacles;
- protection par mise hors de portée par éloignement.

La protection par obstacles ou par mise hors de portée par éloignement est expressément autorisée dans les installations de batteries. Elle exige toutefois les mesures suivantes: les batteries dont les tensions maximales sont supérieures à 60 V en courant continu (U_{DC}) mais inférieures ou égales à 120 V en courant continu (U_{DC}) entre bornes et/ou dont les tensions maximales sont supérieures à 60 V en courant continu (U_{DC}) mais inférieures ou égales à 120 V en courant continu (U_{DC}) à la terre doivent être situées dans un lieu à accès restreint et les batteries dont la tension maximale est supérieure à 120 V en courant continu (U_{DC}) doivent être situées dans un lieu dont l'accès est restreint au moyen de verrous ou autres dispositifs équivalents. Les portes d'accès aux salles des batteries et armoires pour batteries sont considérées comme des obstacles et doivent porter des étiquettes d'avertissement conformes au 11.1.

La protection principale n'est pas exigée pour les batteries dont les tensions maximales sont inférieures ou égales à 60 V en courant continu (U_{DC}) si toute l'installation correspond aux conditions TBTS (très basse tension de sécurité) et TBTP (très basse tension de protection) (voir 4.4.2).

En cas d'application de la protection au moyen de barrières ou d'enveloppes, le degré minimal de protection exigé doit être conforme à l'IEC 60529, IP2X ou IPXXB.

4.3 Protection en cas de défaut

4.3.1 Généralités

Dans les installations de batteries, la protection en cas de défaut doit être appliquée conformément à l'IEC 60364-4-41.

Une ou plusieurs des mesures suivantes doivent être choisies:

- "protection par coupure automatique de l'alimentation";
- "protection par emploi de matériels de la classe II ou par isolation équivalente";
- "protection par des locaux (ou emplacements) non conducteurs" (utilisée dans des applications spécifiques uniquement);
- "protection par liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre" (utilisée dans des applications spécifiques uniquement);
- "protection par séparation électrique".

Une tension de contact maximale de 120 V en courant continu ne doit pas être dépassée (selon l'IEC 60449, l'IEC 60364-4-41 et l'IEC/TS 61201). Au-delà de cette tension, d'autres schémas de protection doivent être mis en œuvre. Dans des conditions normales et anormales de fonctionnement, ainsi que dans des conditions de premier défaut (sauf pour un défaut de protection), la tension et le courant de contact doivent être mesurés depuis les parties conductrices accessibles non reliées à la terre.

Certaines de ces méthodes de protection exigent un conducteur de protection. Les conducteurs de protection ou les conducteurs ayant une fonction de protection ne doivent pas être déconnectés par un appareil de connexion. Aucun appareil de connexion n'est autorisé dans un conducteur de protection. Les conducteurs de protection ne doivent pas contenir de dispositifs de protection contre les surintensités (selon l'IEC 60364-4-41). Pour le dimensionnement des sections des conducteurs de protection, voir l'IEC 60364-5-54.

Des étagères ou des armoires pour batteries métalliques doivent être soit connectées au conducteur de protection, soit isolées de la batterie et de l'emplacement d'installation. Cette isolation doit correspondre aux conditions pour la protection par isolation conformément à l'IEC 60364-4-41. Pour les exigences concernant les lignes de fuite et les distances d'isolement conformes à l'IEC 60664-1, en utilisant une valeur de tension assignée de tenue aux chocs pour des ressources opérationnelles de catégorie de surtension II pour la tension nominale utilisée du réseau d'alimentation, voir l'IEC 60664-1:2020, Annexe F, Tableau F.1 – Tension assignée de tenue aux chocs pour les matériels alimentés directement par le réseau d'alimentation.

NOTE Pour les matériels alimentés par un réseau à courant alternatif, l'essai est réalisé avec une tension égale à la tension assignée des matériels ou égale à la tension supérieure de la plage de tensions assignées. Pour les matériels alimentés par un réseau à courant continu, l'essai est réalisé avec une tension égale à la tension assignée des matériels ou égale à la tension supérieure de la plage de tensions assignées.

L'essai est réalisé avec une tension à la tension nominale la plus élevée du réseau à courant alternatif dans la région dans laquelle les matériels doivent être utilisés (par exemple, 230 V pour l'Europe ou 120 V pour l'Amérique du Nord).

Les dispositifs de protection suivants, assignés pour le courant continu, doivent être utilisés avec ce type de courant, selon ce qui est applicable au type de réseau:

- a) fusibles;
- b) dispositifs de protection contre les surintensités;
- c) dispositifs de protection à courant différentiel résiduel conformes à l'IEC 60755 qui doivent être du type B adapté au courant de défaut continu;
- d) contrôleurs d'isolement (par exemple dans les schémas IT);
- e) dispositifs de protection à manque de tension (conformes à l'IEC 60364-4-41).

4.3.2 Protection par coupure automatique de l'alimentation

4.3.2.1 Schéma TN

Dans un schéma TN (conforme à l'IEC 60364-4-41), la borne positive ou négative (voir Figure 1 et Figure 2) ou le point milieu (dans des cas spéciaux, également un point autre que milieu) de l'installation de batterie doivent être reliés à la terre.

NOTE TN (terre neutre).

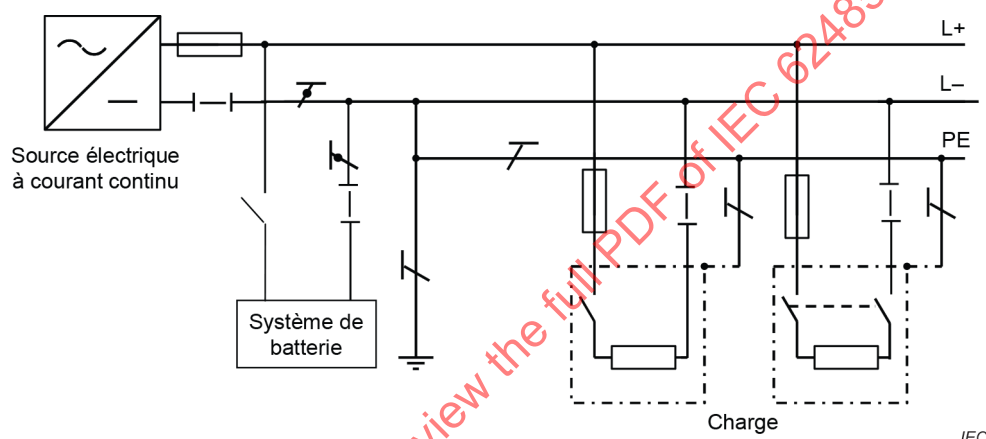
Les masses du matériel doivent être reliées au conducteur de mise à la terre de protection (PE – *protective earthing*)¹, au conducteur PEN (PEN)² ou au conducteur de mise à la terre de protection et de mise à la terre fonctionnelle (FPE – *functional earthing and protective earthing*)³, qui est relié au point sur la batterie qui a le potentiel de terre. Une mise à la terre supplémentaire du conducteur de protection peut être exigée pour assurer que son potentiel varie aussi peu que possible par rapport à celui de la terre.

Pour les matériels électriques montés de manière fixe, le temps de coupure doit se situer dans les limites de 5 s après l'apparition d'un défaut.

NOTE Pour les matériels mobiles et les circuits de socles de prises de courant, l'IEC 60364-4-41 s'applique.

Conducteur PE: conducteur fourni pour des raisons de sécurité, par exemple, la protection contre les chocs électriques.

Conducteur PEN: conducteur combinant les fonctions de mise à la terre de protection et de conducteur neutre.



D'autres méthodes de protection, à l'exception des fusibles, sont autorisées selon 4.3.

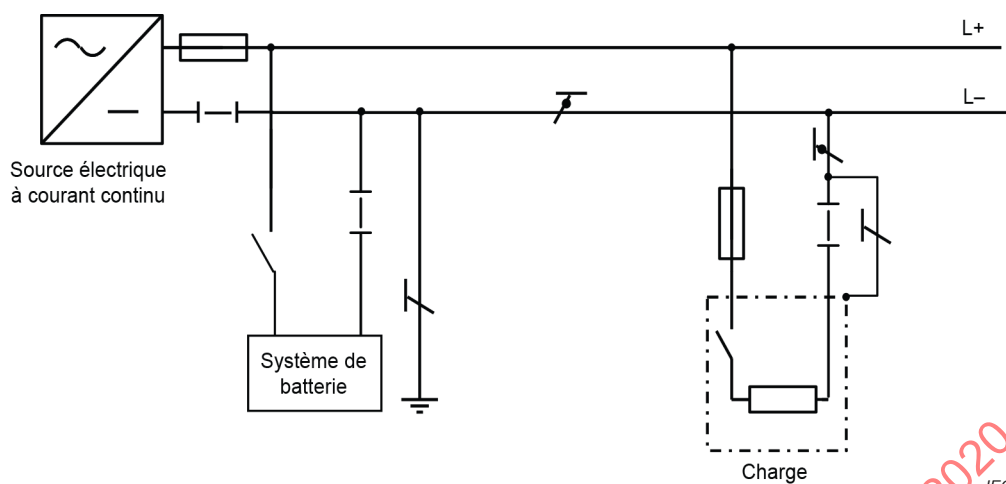
Figure 1 – Schéma TN avec conducteur de protection (PE) séparé dans toute l'installation (réseau TN-S)

Dans le schéma TN-S, le conducteur de protection (PE) doit être libre de tout courant de charge.

¹ Pour la définition du conducteur de mise à la terre de protection, voir l'IEC 60364-5-54.

² Intégré avec référence à l'IEC 60364-5-54.

³ Pour la définition du conducteur de mise à la terre de protection et de mise à la terre fonctionnelle, voir l'IEC 60950-1.



D'autres méthodes de protection, à l'exception des fusibles, sont autorisées selon 4.3.

Figure 2 – Schéma TN avec conducteurs de mise à la terre de protection et de mise à la terre fonctionnelle (FPE, PEN) combinés à un conducteur de phase externe (schéma TN-C)

Dans le schéma TN-C pour installations en courant continu, le conducteur de protection et le conducteur de phase à la terre qui transporte le courant de charge sont combinés. La section du conducteur PEN ou FPE doit être d'au moins 10 mm² Cu.

4.3.2.2 Schéma TT

Dans un schéma TT (voir Figure 3) la borne positive ou négative ou un autre point sur l'installation de batterie doivent être reliés à la terre (prise de terre du schéma).

NOTE TT (terre terre).

Les masses de l'installation électrique doivent être reliées à la terre individuellement, par groupes ou ensemble sur une prise de terre commune qui est séparée de la prise de terre du schéma.

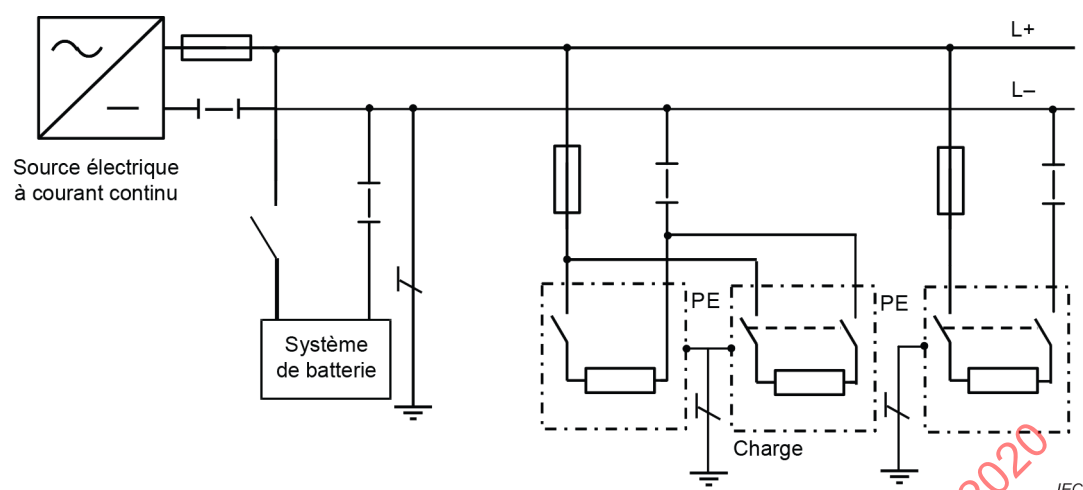
Toutes les masses protégées ensemble par le même dispositif de protection doivent être interconnectées avec des conducteurs de protection à une prise de terre commune à toutes ces masses. Les parties conductrices simultanément accessibles doivent être reliées à la même prise de terre (selon l'IEC 60364-4-41).

Outre les dispositifs de protection mentionnés en 4.3, des dispositifs de protection à manque de tension sont également applicables (selon l'IEC 60364-4-41).

Dans les circuits selon le schéma TT, lorsque le dispositif de protection est un dispositif de protection contre les surintensités, le temps de coupure pour tous les matériels doit se situer dans les limites de 5 s, après apparition d'un défaut. Conformément à l'IEC 60364-4-41, les dispositifs de protection contre les surintensités doivent être uniquement applicables pour la protection en cas de défaut lorsqu'il existe une résistance de la prise de terre de très faible valeur R_a .

NOTE R_a est la somme de la résistance de la prise de terre et des conducteurs de protection pour les masses.

Des temps de coupure jusqu'à 1 s sont autorisés, lorsque des dispositifs à courant différentiel résiduel sont utilisés.



D'autres méthodes de protection, à l'exception des fusibles, sont autorisées selon 4.3.

Figure 3 – Schéma TT

4.3.2.3 Schéma IT

Dans un schéma IT (voir Figure 4), aucun point de l'installation de batterie n'est directement relié à la terre. L'installation doit être isolée de la terre ou reliée à la terre par une impédance suffisamment élevée (par exemple, par un contrôleur d'isolement).

NOTE IT (isolé terre).

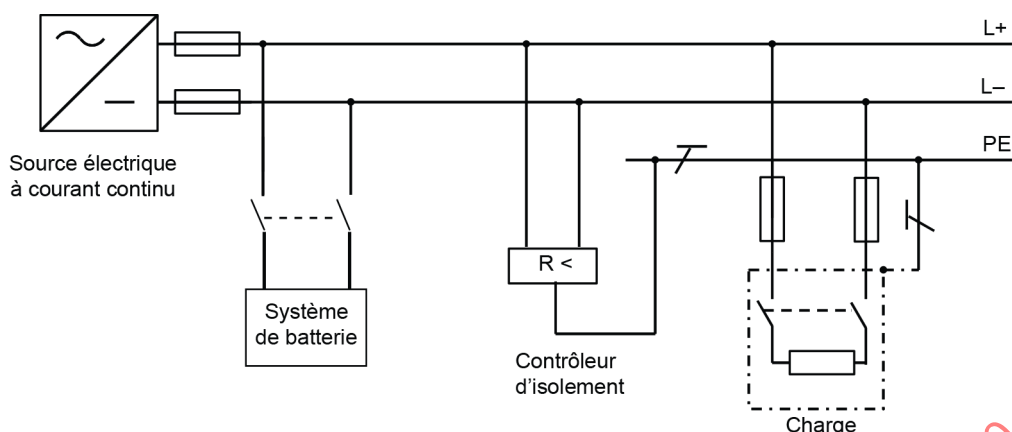
Toutes les masses d'un matériel doivent être reliées à la terre individuellement, par groupes ou ensemble sur une prise de terre commune au moyen d'un conducteur de protection.

Les masses qui sont protégées par un dispositif de protection commun doivent être connectées avec des conducteurs de protection à une prise de terre commune. Les masses simultanément accessibles doivent être reliées à la même prise de terre (selon l'IEC 60364-4-41).

Outre les dispositifs de sécurité mentionnés en 4.3, des contrôleurs d'isolement adaptés aux tensions en courant continu sont également applicables.

Dans un schéma IT, la coupure n'est pas exigée au moment du premier défaut d'une partie active aux masses ou à la terre. Si un contrôleur d'isolement est fourni, ce dispositif doit actionner un signal sonore et/ou visuel (selon l'IEC 60364-4-41).

Des précautions doivent être prises pour éviter des niveaux de tension de contact dangereux en cas de second défaut (par exemple, coupure par un dispositif de protection contre les surintensités, un dispositif de protection à courant différentiel résiduel ou à manque de tension) (selon l'IEC 60364-4-41).

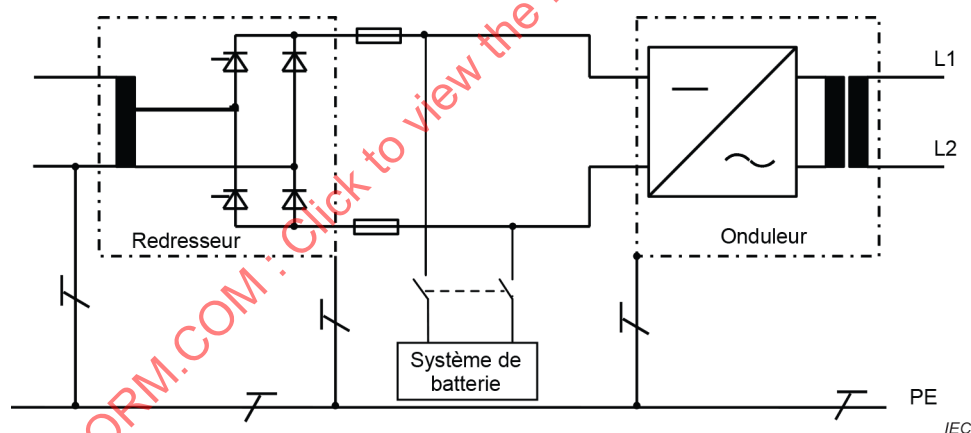


D'autres méthodes de protection, à l'exception des fusibles, sont autorisées selon 4.3.

Figure 4 – Schéma IT

4.3.2.4 Circuits intermédiaires à courant continu avec liaison électrique vers l'alimentation en courant alternatif

Les schémas de ce type (voir Figure 5) sont utilisés, par exemple, dans les circuits intermédiaires à courant continu des dispositifs à convertisseurs, par exemple, systèmes ASI. Des dispositifs de protection contre les surintensités sont nécessaires dans tous les conducteurs qui vont à la batterie. La protection contre les surintensités peut également faire partie du module de batterie et de la batterie.



D'autres méthodes de protection, à l'exception des fusibles, sont autorisées selon 4.3.

Figure 5 – Convertisseurs avec circuit intermédiaire à courant continu (schéma IT) (exemple)

Il doit être vérifié qu'aucune tension alternative n'apparaît aux bornes de la batterie dont la tension en valeur efficace à la terre dépasse la limite supérieure de la tension de charge de la batterie. Pour assurer cette condition, le schéma en courant continu peut comporter un dispositif de détection approprié, qui soit contrôle le défaut, soit coupe le circuit du redresseur.

Les dispositions de protection appliquées dans l'alimentation monophasée/triphasée en courant alternatif doivent – lorsque cela est techniquement possible – être retenues pour le circuit à courant continu, et si nécessaire étendues par des composants auxiliaires adaptés de manière à ce qu'en cas de défaut, aucune tension de contact dangereuse (> 50 V en courant alternatif ou > 120 V en courant continu) ne subsiste sur les masses du matériel.

Les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (DDR) conformes à l'IEC 60755 doivent être du type B adapté au courant de défaut continu.

4.3.3 Protection par emploi de matériels de la classe II ou par isolation équivalente

La protection par isolation double ou renforcée doit être utilisée pour les matériels électriques afin d'être conforme à la classe de protection II conformément à l'IEC 61140 ou pour les matériels d'isolation équivalente (voir l'IEC 60364-4-41).

4.3.4 Protection par séparation électrique

Pour l'application de la protection par séparation électrique, voir l'IEC 60364-4-41.

Une séparation doit être utilisée comme source d'alimentation conformément à l'IEC 60364-4-41.

Une "source de courant équivalente" au sens de l'IEC 60364-4-41 est une batterie dont tous les éléments sont isolés. La séparation doit être conforme aux exigences d'essai pour l'isolation de protection conformément à l'IEC 60364-4-41.

4.4 Mesure de protection: très basse tension (TBTS, TBTP et TBTF)

4.4.1 Généralités Les dispositions de protection décrites dans l'IEC 60364-4-41, très basse tension de sécurité (TBTS) et très basse tension de protection (TBTP), ne doivent être utilisées que pour les installations de batterie de tensions maximales jusqu'à 120 V en courant continu.

Elles doivent satisfaire aux exigences concernant la protection principale ou la protection en cas de défaut.

NOTE Lorsque les protections par TBTS, TBTP et TBTF sont employées, les exigences concernant les étagères et armoires métalliques pour batteries spécifiées en 4.3 ne s'appliquent pas.

4.4.2 Protection par TBTS ou par TBTP

La protection contre les chocs électriques est assurée lorsque les conditions suivantes sont satisfaites de manière simultanée:

- la source électrique est conforme aux exigences de sécurité de l'IEC 60364-4-41, ce qui empêche de manière fiable les tensions alternatives du réseau supérieures aux valeurs spécifiées dans l'IEC 60364-4-41, du côté continu en cas de défaut;
- la configuration des circuits est conforme à l'IEC 60364-4-41.

Il doit être vérifié que les parties actives ou les masses des circuits TBTS ne peuvent pas être reliées aux parties actives ou aux masses des circuits d'un autre circuit.

Si la tension maximale en courant continu de l'installation de batterie ne dépasse pas 60 V en courant continu et si les conditions susmentionnées sont remplies, alors en général, la protection principale avec les parties actives peut être omise (les exceptions doivent être conformes à l'IEC 60364-7-706).

Lorsque les tensions maximales dépassent 60 V en courant continu, alors la protection principale avec les parties actives doit être assurée par:

- des barrières ou des enveloppes, dont le degré minimal de type de protection exigé doit être conforme à l'IEC 60529, IP2X ou IPXXB,
ou
- une isolation résistant à une tension d'essai de 500 V en courant alternatif pendant 1 min conformément à l'IEC 60364-4-41,

ou

- une protection au moyen d'obstacles ou d'une distance expressément autorisée conformément au 4.2 dans les installations de batteries et les salles des batteries conformément à l'IEC 60364-4-41.

4.4.3 Protection par très basse tension fonctionnelle (TBTF) sans séparation de protection

Si la tension maximale ne dépasse pas 120 V en courant continu et les exigences de 4.4.2

- concernant une source électrochimique, indépendante ou séparée par une séparation de protection;
et/ou
- concernant la configuration des circuits (par exemple, connexion d'un conducteur au conducteur de protection du circuit primaire)

ne peuvent pas être satisfaites, alors des dispositions doivent être prises pour assurer la protection principale et la protection en cas de défaut.

La protection principale doit être assurée par:

- une isolation en corrélation au moins avec la tension d'essai la plus faible spécifiée pour le circuit primaire
ou
- des barrières ou des enveloppes qui permettent de vérifier que le degré minimal de type de protection exigé doit être conforme à l'IEC 60529, IP2X ou IPXXB.

La protection en cas de défaut doit être assurée par:

- la connexion des masses du matériel au conducteur de protection du circuit primaire lorsqu'une des mesures de protection est utilisée comme cela est décrit dans l'IEC 60364-4-41
ou par
- la connexion des masses du matériel à la liaison équipotentielle non reliée à la terre du circuit primaire si la séparation électrique de protection conforme à l'IEC 60364-4-41 est appliquée.

5 Coupure et séparation

Des dispositifs doivent être prévus pour déconnecter l'installation de batteries de toutes les lignes des circuits entrants et sortants et du potentiel de terre. Ces dispositifs peuvent être:

- des disjoncteurs et des commutateurs;
- des fiches et socles de prises de courant;
- des fusibles amovibles;
- des liaisons de connexion (connecteur ou barre omnibus);
- des pinces de conception spéciale.

Les dispositifs doivent être applicables au courant continu et permettre l'isolation nécessaire. Lors de la coupure, la batterie ne doit pas être mise à la terre ou en court-circuit.

6 Prévention des courts-circuits et protection contre les autres effets du courant électrique

6.1 Généralités

Outre le danger de choc électrique, le passage de courant à l'intérieur des systèmes de batteries peut engendrer d'autres dangers. Cette situation s'explique par le fait que des courants très élevés peuvent circuler dans des conditions de défaut et que la tension aux bornes de la batterie ne peut pas être coupée conformément à l'IEC 60364-4-43 et l'IEC 60364-5-53.

La conception des éléments et des batteries intègre généralement des protections (telles que des événements) afin de libérer le gaz sans risque d'éclatement des éléments ou des batteries. L'inflammation du gaz d'électrolyte évacué par des étincelles produites par un dispositif de protection au cours du processus de coupure doit être prise en considération. Le gaz évacué peut contenir de l'acide fluorhydrique (HF). De plus, des plastiques ignifugeants (conformes à l'IEC 60695-11-20 et/ou l'IEC 60695-11-10) permettent d'éviter toute contribution supplémentaire de la combustion des plastiques à la chaleur produite.

6.2 Courts-circuits

L'énergie électrique stockée dans les éléments ou les batteries peut être libérée de manière involontaire et incontrôlée en raison d'un court-circuit des bornes. Compte tenu de l'énergie qui est considérable, la chaleur générée par le courant de valeur élevée peut produire une fusion de métal, des étincelles, une explosion et une vaporisation de l'électrolyte.

Le dispositif de protection contre les surintensités doit avoir un pouvoir de coupure ou une capacité de supprimer le court-circuit supérieure au courant de court-circuit de la batterie ion-lithium.

Les principales connexions aux bornes de la batterie doivent être conçues pour résister aux contraintes mécaniques provoquées par les forces électromagnétiques générées au cours d'un court-circuit.

Toutes les connexions de la batterie jusqu'à son dispositif de protection doivent être installées de façon telle qu'aucun court-circuit ne doit survenir dans des conditions prévisibles, quelles qu'elles soient. Pour le type de configuration de conducteur des sections de conducteurs non protégées, l'IEC 60364-4-43 et l'IEC 60364-5-53 doivent être prises en considération. Il doit être fait référence à l'IEC 61660-1 et à l'IEC 61660-2 pour le calcul et l'estimation du courant de court-circuit de la batterie, tout comme il doit être fait référence à l'IEC 62619 et à l'IEC 62133-2 pour l'utilisation abusive raisonnablement prévisible du court-circuit externe de batterie.

NOTE Les batteries ions-lithium ont une résistance interne inférieure aux batteries au plomb et une vitesse de transfert de masse interne plus rapide que ces mêmes batteries. Ainsi, leur courant de court-circuit est nettement plus élevé à la même tension et à la même capacité de batterie.

L'isolation doit être résistante aux effets des influences ambiantes comme la température, l'humidité, la poussière, les gaz, la vapeur et la contrainte mécanique. Lorsque les bornes et les conducteurs ne sont pas isolés, par leur conception ou à des fins de maintenance, l'utilisation d'outils isolés conformes à l'IEC 60900 est recommandée.

Les instructions de maintenance des batteries doivent indiquer que l'utilisation des procédures de travail appropriées et l'utilisation exclusive d'outils isolés doivent être imposées afin de réduire le risque de blessure ou lésion au cours de travaux effectués sur des matériels sous tension. Voir l'IEC 60900 pour de plus amples informations.

6.3 Instructions de maintenance

6.3.1 Généralités

Les instructions générales pour la maintenance des batteries doivent inclure, dans la langue principale, les méthodes de travail appropriées, les équipements de protection à porter et les procédures à suivre.

6.3.2 Mesures de protection pendant la maintenance

Les opérations de maintenance doivent être réalisées selon les spécifications du fabricant.

Pendant les opérations de maintenance, des personnes peuvent travailler à proximité du système de batterie.

Le personnel travaillant sur ou à proximité d'une batterie doit avoir la compétence pour réaliser ce type de travail et doit être formé à toutes les procédures spéciales nécessaires. Pour réduire le plus possible le risque de blessure ou lésion, le système de batterie doit être conçu avec

- des couvercles de bornes de batterie permettant une maintenance de routine tout en réduisant le plus possible l'exposition des parties actives;
- des porte-fusibles empêchant tout contact avec les parties actives.

Tous les objets personnels métalliques doivent être retirés des mains, des poignets et du cou avant de commencer le travail.

Pour les systèmes de batteries dont la tension maximale est > 120 V en courant continu, des vêtements de protection isolés et des revêtements isolants localement doivent être exigés pour empêcher que le personnel n'entre en contact avec le sol ou des parties ayant une liaison équipotentielle à la terre.

Pendant les opérations de maintenance, le traitement des batteries doit respecter les instructions du fabricant. En l'absence d'instructions du fabricant, les batteries ne doivent alors être ni connectées ni déconnectées lors du passage du courant.

Le circuit doit être au préalable isolé à un autre endroit.

Lorsque des fusibles de type à vis sont utilisés, les bornes de sortie de batterie doivent être connectées au contact inférieur. Cependant, les fusibles de type à vis ne sont pas recommandés lorsque les deux bornes restent sous tension après le retrait du fusible, par exemple, dans les systèmes de batteries en parallèle.

Pour la maintenance, il convient de diviser les batteries, dont la tension maximale est supérieure à 120 V en courant continu, en sections de 120 V en courant continu ou moins.

Des retours provenant des chargeurs ou de batteries parallèles peuvent placer les contacts accessibles sous tension lors du retrait du fusible.

L'utilisation d'outils isolés conformément à l'IEC 60900 est recommandée.

6.4 Courants de fuite

Les batteries doivent être maintenues propres et sèches pour éviter les risques de feu ou de corrosion.

Les batteries ions-lithium doivent être installées selon les recommandations du fabricant.

La résistance d'isolement minimale entre le circuit de la batterie et les autres parties conductrices locales doit être supérieure à 100 Ω par volt (tension maximale du système de batterie). L'isolation doit résister aux effets liés à l'environnement tels que la température, l'humidité, la poussière, les gaz, la vapeur et la contrainte mécanique.

Avant d'effectuer tout essai spécifié à l'Article 6, l'absence de tension dangereuse entre la batterie et l'étagère ou l'enveloppe associée doit être vérifiée.

La batterie doit être isolée du circuit extérieur avant d'effectuer un essai de détermination de la résistance d'isolement à la terre.

7 Disposition contre les dangers

7.1 Généralités

Dans la plage de températures normalisées, la charge des éléments d'accumulateurs peut s'effectuer au courant de charge maximal spécifié du point de vue de la sécurité. Les éléments ions-lithium doivent toujours être utilisés dans la région de fonctionnement spécifiée par le fabricant d'éléments (tension, température, courant) conformément à l'Annexe A de l'IEC 62619:2017 et dans les conditions de stockage (voir l'Annexe C).

7.2 Modes de charge

Le mode de charge habituel des batteries stationnaires est celui en courant constant/tension constante (caractéristiques de charge avec le profil suivant: courant constant/tension constante – voir l'Article A.3).

Pour une charge à puissance constante, il convient de conserver la limite supérieure de tension/courant.

NOTE Le chargeur effectue les régulations de tension/courant de charge (il peut communiquer avec le BMS lorsque celui-ci est fixé).

Plus particulièrement aux basses températures de la plage de températures de fonctionnement d'un élément ou d'une batterie, spécifiées par le fabricant, il peut être nécessaire de réduire le courant de charge afin d'éviter tout placage de lithium sur l'anode (c'est-à-dire endommagement de l'élément). La fiche technique de l'élément/batterie ne mentionne pas toujours la réduction nécessaire du courant de charge. Ainsi il est nécessaire de solliciter cette information auprès du fabricant.

7.3 Surcharge ou surdécharge dans des conditions de défaut

Il peut exister d'autres circonstances, par exemple, conditions de dysfonctionnement du chargeur ou de mauvaise charge, dans lesquelles la batterie peut produire du gaz nocif en l'absence de ventilation. Des précautions d'ordre électrique doivent être prises contre tout dysfonctionnement du chargeur, par exemple, en abaissant la tension de charge en dessous de la limite supérieure de la tension de charge de circuit ouvert des éléments, spécifiée par le fabricant de ces mêmes éléments, ou par une coupure automatique de l'alimentation de charge ou par la coupure du flux d'énergie vers et depuis la batterie de sorte que:

- aucun élément ou bloc d'éléments n'est chargé au-delà de sa limite supérieure de la tension de charge.
- aucun élément ou bloc d'éléments n'est déchargé en dessous de sa limite inférieure de la tension de décharge.

La déconnexion de la batterie constitue l'une de ses fonctions de sécurité les plus importantes. Ainsi, cette fonction doit être redondante (dispositifs de déconnexion et leur commande) ou doit avoir un niveau d'intégrité de sécurité (SIL, *safety integrity level*) adapté.

Lorsque la communication entre le BMS et le chargeur (voir la Note de 7.2) est importante, la perte de cette communication est également critique pour la sécurité.

7.4 Prévention des décharges électrostatiques lors de travaux sur batteries

L'utilisateur doit veiller à ne pas porter de vêtements et de chaussures qui peuvent cumuler des charges électrostatiques (conformément à l'IEC TR 61340-1 ou l'IEC 61340-5-1) à moins que cette mesure ne soit en contradiction avec une exigence concernant le port de vêtements et de chaussures isolants.

8 Disposition contre les dangers engendrés par des substances chimiques

8.1 Généralités

Les batteries ions-lithium sont des produits qui ne libèrent aucune substance chimique lorsqu'elles sont utilisées correctement.

L'endommagement des éléments d'accumulateurs ou de la batterie, une utilisation abusive ou un fonctionnement incorrect peuvent libérer des substances chimiques. Toujours suivre les instructions de sécurité de la documentation du fabricant d'éléments spécifique au produit. Les instructions de sécurité du fabricant doivent contenir au moins les informations spécifiées dans cet Article 8.

Les fabricants doivent définir les substances chimiques nocives qui peuvent être libérées ou observées par une réaction avec l'environnement. Une fiche de données de sécurité (FDS) est acceptable pour cette exigence.

8.2 Mesures initiales en cas de libération de substances chimiques dangereuses

8.2.1 Généralités

En cas de libération de quantités dangereuses d'électrolyte, de présence de fumées ou d'un feu, quitter la salle des batteries et contacter le corps de sapeurs-pompiers.

8.2.2 Contact avec les yeux ou la peau

Si des hydrocarbures ou un électrolyte issus d'un élément entrent en contact avec la peau ou les yeux, rincer soigneusement à l'eau pendant au moins 15 min les zones affectées. Dans tous les cas, un avis médical doit être immédiatement obtenu.

8.2.3 Absorption

Rincer abondamment à l'eau la bouche et la zone environnante. Dans tous les cas, un avis médical doit être immédiatement obtenu.

8.2.4 Voies respiratoires

Quitter immédiatement le local en cas de formation intensive de fumées ou de libération d'un gaz. Un avis médical doit être immédiatement obtenu en cas d'inhalation et d'irritation involontaires des voies respiratoires.

8.2.5 Brûlures

En cas de brûlures, les traiter en conséquence. De même, un avis médical doit être immédiatement obtenu.