

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries

Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations de batteries – Partie 2: Batteries stationnaires



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62485-2

Edition 1.0 2010-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries

Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations de batteries – Partie 2: Batteries stationnaires

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 29.220.20; 29.220.30

ISBN 978-2-88910-996-8

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions	8
4 Protection against electric shock.....	10
4.1 General	10
4.2 Protection against direct contact	11
4.3 Protection against indirect contact	11
4.3.1 Protection by automatic disconnection of supply.....	12
4.3.2 Protection by use of class II equipment or by equivalent insulation	16
4.3.3 Protection by electrical separation.....	16
4.4 Protection against both direct and indirect contact.....	16
4.4.1 General	16
4.4.2 Protection by Safety Extra Low Voltage (SELV) or by Protective Extra Low Voltage (PELV).....	16
4.4.3 Protection by Functional Extra Low Voltage (FELV) without protective separation	17
5 Disconnection and separation	17
6 Prevention of short circuits and protection from other effects of electric current.....	17
6.1 General	17
6.2 Short-circuits	18
6.3 Protective measures during maintenance	18
6.4 Leakage currents.....	19
7 Provisions against explosion hazards.....	19
7.1 Gas generation	19
7.2 Ventilation requirements	19
7.3 Natural ventilation.....	21
7.4 Forced ventilation	22
7.5 Charging modes	22
7.6 Overcharging under fault conditions.....	22
7.7 Close vicinity to the battery	22
7.8 Prevention of electrostatic discharges when working with batteries.....	23
8 Provision against electrolyte hazard	23
8.1 Electrolyte and water	23
8.2 Protective clothing	23
8.3 Accidental contact and "First Aid".....	23
8.3.1 General	23
8.3.2 Eye contact.....	24
8.3.3 Skin contact.....	24
8.4 Battery accessories and maintenance tools.....	24
9 Accommodation, housing	24
9.1 General	24
9.2 Specific requirements for separate battery rooms.....	24
9.3 Specific requirements for the specially separated areas in rooms accommodating electrical equipment	25

9.4	Battery enclosures	25
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	26
9.6	Accommodation of lead-acid and NiCd batteries in the same room	26
10	Charge current requirements	26
10.1	Superimposed ripple current	26
10.2	Maximum ripple current	27
11	Identification labels, warning notices and instructions for use, installation and maintenance	27
11.1	Warning labels and notices in rooms	27
11.2	Identification labels or marking on cells and monobloc batteries	27
11.3	Instructions for use, installation and maintenance	28
12	Transportation, storage, disposal and environmental aspects	28
12.1	Packing and transport	28
12.2	Dismantling, disposal, and recycling of batteries	28
13	Inspection and monitoring	28
	Annex A (informative) Charging methods and modes of operation	30
	Annex B (informative) Calculation of safety distance d to protect against explosion hazards	34
	Bibliography	37
	Figure 1 – TN system with separate protective conductor (PE) in the entire system (TN-S network)	13
	Figure 2 – TN system with functional earthing and protective (FPE, PEN) combined with an external line conductor (TN-C system)	13
	Figure 3 – TT system	14
	Figure 4 – IT system	15
	Figure 5 – Converters with intermediate DC circuit (IT-system) (Example)	15
	Figure A.1 – Parallel operation mode circuit	30
	Figure A.2 – Battery charge current interlaced with frequent temporary discharge events due to a load current exceeding the current supply capability	31
	Figure A.3 – Response mode operation circuit	32
	Figure A.4 – IU- or CC-CV charge profile	32
	Figure A.5 – Time dependant profile of current I and voltage U	32
	Figure B.1 – Safety distance d as a function of the rated capacity for various charge currents I (mA/Ah)	36
	Table 1 – Values for current I when charging with IU- or U-charging profiles (see also Annex A)	21
	Table 2 – Recommended upper limits of AC ripple current flowing through the battery as I_{eff} per 100 Ah rated battery capacity	27
	Table A.1 – Float charge voltages for lead-acid and NiCd batteries	30
	Table A.2 – Typical charge voltage levels at 20 °C	33

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY REQUIREMENTS FOR SECONDARY BATTERIES
AND BATTERY INSTALLATIONS –****Part 2: Stationary 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 62485-2 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
21/711/FDIS	21/718/RVD

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

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

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

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

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

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.

INTRODUCTION

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

For the electrical safety (protection against electric shock) under Clause 4, this standard refers to IEC 60364-4-41. The pilot function of this standard 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 safety standard 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 case of redesign of old installations this standard applies.

Valve-regulated lead-acid batteries used in stationary battery installations are intended to fulfil safety requirements in accordance to IEC 60896-21 and IEC 60896-22.

SAFETY REQUIREMENTS FOR SECONDARY BATTERIES AND BATTERY INSTALLATIONS –

Part 2: Stationary batteries

1 Scope

This part of the IEC 62485 applies to stationary secondary batteries and battery installations with a maximum voltage of DC 1 500 V (nominal) and describes the principal measures for protections against hazards generated from:

- electricity,
- gas emission,
- electrolyte.

This International Standard provides requirements on safety aspects associated with the erection, use, inspection, maintenance and disposal.

It covers lead-acid and NiCd / NiMH batteries.

Examples for the main applications are:

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

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

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

IEC 60364-5-53, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60622:2002, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel cadmium prismatic rechargeable single cells*

IEC 60623:2001, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

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

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

IEC 60896-11:2002, *Stationary lead-acid batteries – Part 11: Vented types – General requirements and methods of tests*

IEC 60896-21:2004, *Stationary lead-acid batteries – Part 21: Valve regulated types – Methods of test*

IEC 60896-22:2004, *Stationary lead-acid batteries – Part 22: Valve regulated types – Requirements*

IEC 60900, *Live working – Hand tools for use up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.*

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

IEC 61340-4-1, *Electrostatics – Part 4-1: Standard test methods for specific applications – Electrical resistance of floor coverings and installed floors*

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 62259:2003, *Secondary cells and batteries containing alkaline and other non-acid electrolytes – Nickel cadmium prismatic secondary single cells with partial gas recombination*

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

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

(secondary) cell
(rechargeable) cell
single cell

assembly of electrodes and electrolyte which constitutes the basic unit of a secondary battery

NOTE This assembly is contained in an individual case and closed by a cover.

3.2

vented (secondary) cell

secondary cell having a cover provided with an opening through which gaseous products may escape

3.3

valve regulated (secondary) cell

secondary cell which is closed under normal conditions but has an arrangement which allows the escape of gas if the internal pressure exceeds a predetermined value. The cell cannot normally receive addition to the electrolyte

3.4**gastight sealed (secondary) cell**

secondary cell which remains closed and does not release either gas or liquid when operated within the limits of charge and temperature specified by the manufacturer. The cell may be equipped with a safety device to prevent dangerously high internal pressure. The cell does not require addition to the electrolyte and is designed to operate during its life in its original sealed state

3.5**secondary battery**

two or more secondary cells connected together and used as a source of electrical energy

3.6**lead dioxide-lead (acid) battery**

secondary battery with an aqueous electrolyte based on dilute sulphuric acid, a positive electrode of lead dioxide and a negative electrode of lead

3.7**nickel oxide-cadmium battery**

secondary battery with an alkaline electrolyte, a positive electrode containing nickel oxide and a negative electrode of cadmium

3.8**stationary battery**

secondary battery which is designed for service in a fixed location and is not habitually moved from place to place during the operating life. It is permanently connected to the d.c power supply (fixed installation)

3.9**monobloc battery**

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

NOTE The cells in a monobloc battery can be connected in series or parallel.

3.10**electrolyte**

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

NOTE The electrolyte may be liquid, solid or a gel.

3.11**gassing****gas emission**

evolution of gas resulting from the electrolysis of water in the electrolyte of a cell

3.12**charge****charging (of a battery)**

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

3.13**battery on float charge**

secondary 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

3.14

float (charge) voltage

constant voltage needed to keep the cell or battery fully charged

3.15

float charge current

current resulting from the float charge

3.16

boost charge

accelerated charge applied at greater than normal values of electrical current or of voltages (for a particular design) during a short time interval

3.17

boost charge voltage

constant voltage -at higher voltage level- used in the boost charge

3.18

boost charge current

current arising from the boost charge voltage

3.19

discharge

discharging (of a battery)

operation during which a battery delivers, to an external circuit and under specified conditions, electrical energy produced in the cells

3.20

overcharge

overcharging (of a cell or battery)

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

NOTE Overcharge is also the act of charging beyond a certain limit specified by the manufacturer.

3.21

nickel-metal hydride battery

a secondary battery with an electrolyte of aqueous potassium hydroxide, a positive electrode containing nickels as nickel hydroxide and a negative electrode of hydrogen in the form of a metal hydride

3.22

nominal voltage

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

4 Protection against electric shock

4.1 General

Measures shall be taken in stationary battery installations for protection against either direct contact or indirect contact or against both direct and indirect contact.

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 amendments.

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

4.2 Protection against direct contact

In battery installations, protection against direct 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 nominal voltages from >DC 60 V to DC 120 V between terminals and/or with nominal voltages from >DC 60 V to DC 120 V with respect to earth shall be located in accommodation with restricted access, and batteries with a nominal voltage above 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.

Protection against direct contact is not required for batteries with nominal voltages up to or equal 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).

NOTE The nominal voltage of a lead dioxide - lead cell (lead acid) is 2,0 V, that of a nickel oxide – cadmium or nickel oxide - metal hydride cell is 1,2 V. When these cells are boost charged, their voltage may reach 2,7 V in lead acid or 1,6 V in nickel oxide based systems.

Short circuit protection may be required, see 6.2.

If protection by barriers or enclosures is applied, degrees of protection IEC 60529 IP 2X or IPXXB shall at least be used.

4.3 Protection against indirect contact

In battery installations, protection against indirect contact 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 nominal touch voltage of DC 120 V shall not be exceeded (see IEC 60449, IEC 60364-4-41 and IEC/TS 61201). Beyond this voltage other suitable protection schemas shall be implemented.

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. They shall not contain over-current protection devices (see IEC 60364-4-41). For dimensioning the cross-sectional areas of protective conductors, see 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. Other simultaneously accessible conductive parts, i.e. metal ducts, shall be out of reach. For requirements on creepage distances and clearances (see IEC 60664-1), using a value of 4 000 V for the high-voltage impulse test.

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

- a) fuses;
- b) over-current protective devices;
- c) residual current or differential protective devices (RCD's), suitable for DC current.

The residual current protective devices in accordance with IEC/TR 60755 shall be of type B suitable for DC fault current.

- e) insulation monitoring devices (e.g. in IT-systems);
- f) fault-voltage operated protective devices (see IEC 60364-4-41).

4.3.1 Protection by automatic disconnection of supply

4.3.1.1 TN-system

In a TN-system (see 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.

The exposed conductive parts of the equipment shall be connected to the protective conductor (PE)¹, the PEN-conductor (PEN)², or the earthing functional and protective 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 examples protection against electrical shock
PEN conductor	conductor combining the functions of both protective earthing conductor and neutral conductor

¹ For definitions see IEC 60364-5-54.

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

³ For definitions see IEC 60950-1.

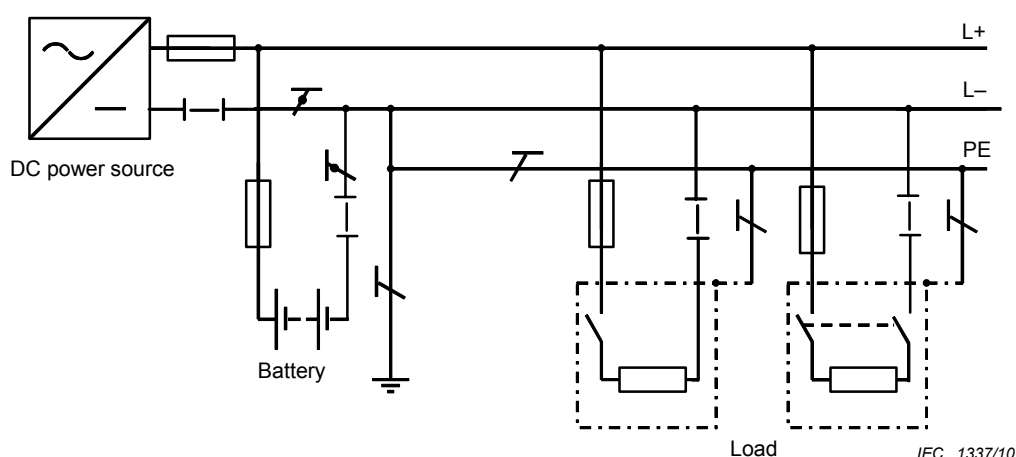


Figure 1 – TN system with separate protective conductor (PE) in the entire system (TN-S network)

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

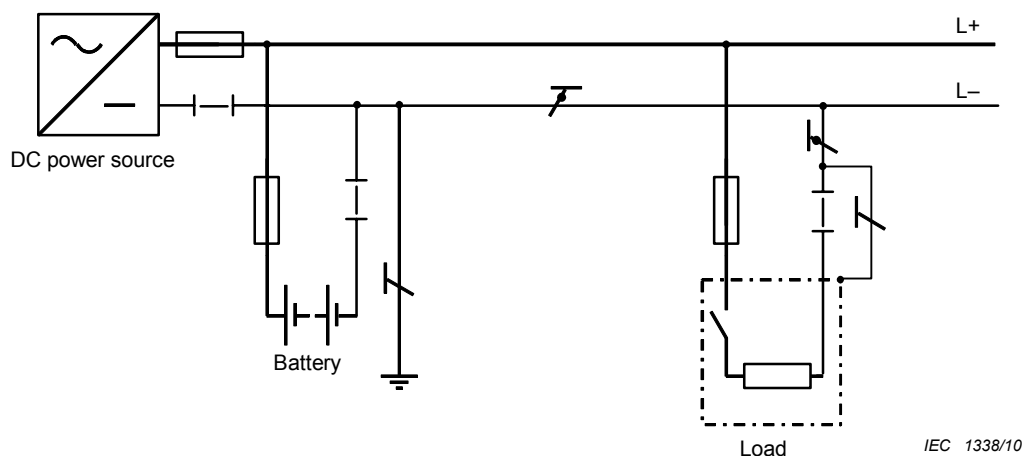


Figure 2 – TN system with functional earthing and protective (FPE, PEN) combined with an external line conductor (TN-C system)

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.

4.3.1.2 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).

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 (IEC 60364-4-41).

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

In TT-system circuits, when the protective device is an over-current protective device, the disconnecting time for all equipment shall be within 5 s, after a fault occurs. According to IEC 60364-4-41 over-current protective devices shall be only applicable for protection against indirect contact 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.

For discrimination purpose, disconnecting times of up to 1 s are admitted, when using residual current devices.

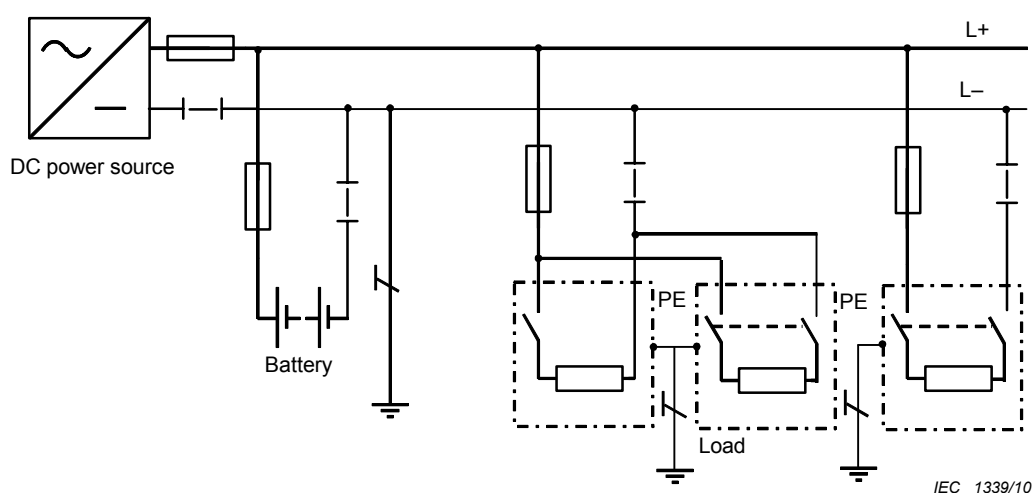


Figure 3 – TT system

4.3.1.3 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 a sufficiently high impedance (e.g. through an insulation monitoring device).

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 (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 (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 over-current protective device, a residual current or fault voltage protective device) (see IEC 60364-4-41).

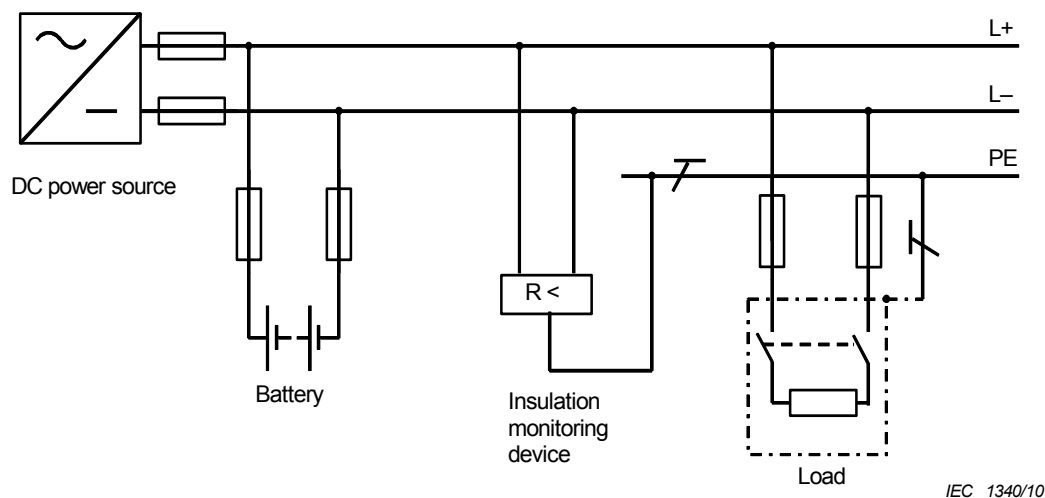


Figure 4 – IT system

4.3.1.4 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, e.g. UPS systems. Over-current protective devices are necessary in all conductors which lead to the battery.

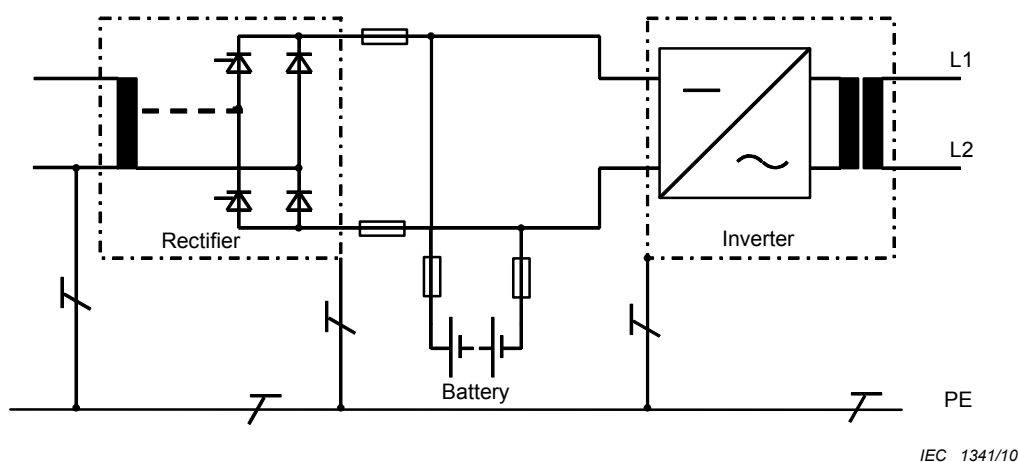


Figure 5 – Converters with intermediate DC circuit (IT-system) (Example)

It shall be ensured that no AC voltage appears at the battery terminals whose rms voltage value with respect to earth is above the maximum battery charging voltage. 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 extended by suitable ancillary components so that, in the event of a fault, no hazardous touch voltage (> AC 50 V or > DC 120 V) remains at the exposed conductive parts of the equipment.

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

4.3.2 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 equipment with equivalent insulation (see IEC 60364-4-41).

4.3.3 Protection by electrical separation

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

A separation source shall be used as the source of supply (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 Protection against both direct and indirect contact

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 nominal voltages up to DC 120 V.

They shall meet simultaneously the requirements for protection against either direct or indirect contact.

NOTE In these cases, the requirements for metal battery stands and cabinets specified in 4.3 do not apply.

4.4.2 Protection by Safety Extra Low Voltage (SELV) or by Protective Extra Low Voltage (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 exposed conductive parts of circuits of an other circuit.

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

Where the nominal voltages exceeds DC 60 V then protection against direct contact with live parts shall be provided by

- barriers or enclosures of minimum protection type IEC 60529 IP 2X or IP XXB,
or
- insulation which withstands a test voltage of AC 500 V 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 nominal voltage does not exceed DC 120 V, and the requirements of subclause 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 safety against direct and indirect contact.

Protection against direct contact shall be ensured by

- insulation correlating at least with the lowest test voltage prescribed for the primary circuit or
- barriers or enclosures which ensure minimum protection IP2x or IPXXB to IEC 60529.

Safety against indirect contact 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;
- specially designed clamps.

The devices shall be applicable to direct current and afford the necessary separation distance in accordance with the relevant standard.

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 (see IEC 60364-4-43 and IEC 60364-5-53).

The tolerance against high currents of the battery shall be higher than the rating of the over-current protective devices. This over-current protective device shall have a breaking or short clearing capability higher than the short circuit current of the battery as determined for example with IEC 60896-21, 6.3 in the case of valve regulated lead dioxide – lead (acid) batteries.

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 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 fuse 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 in consideration. For calculation of battery short circuit current reference to IEC 61660-1 and IEC 61660-2 as also to IEC 60896-21,6.3 shall be made.

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, only insulated tools shall be used.

When working on live equipment, the use of appropriate working procedures according to IEC 60900 and the exclusive use of insulated tools shall be enforced so to reduce the risk of injury.

6.3 Protective measures during maintenance

During maintenance operation, people may 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 of live parts;
- a minimum distance of 1,50 m between not insulated conductive live parts of the battery having a potential exceeding DC 120 V (nominal voltage), which can be contacted at the same time;
- 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 nominal voltage is > DC 120 V, insulated protective clothing and local insulated coverings shall be required to prevent personnel making contact with the floor or parts bonded to earth.

Batteries shall be neither 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, e.g. within parallel battery systems.

Batteries shall be preferably equipped with flame arrestor vent plugs (see IEC 60050-482:2004, 482-05-11) to avoid internal explosions caused by external naked flame or spark.

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

NOTE 1 Back-feeds from chargers or parallel batteries may cause the accessible contacts to be live when the fuse is removed.

NOTE 2 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.

Valve regulated batteries that are installed in orientations which may stress the sealing area shall meet IEC 60896-22,6.5, requirement for protection against ground short propensity.

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

Before carrying out any test, 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 insulation-to-ground resistance determination test is carried out.

7 Provisions against explosion hazards

7.1 Gas generation

During charge, float charge, and overcharge, gases are emitted from all secondary cells and batteries excluding gastight sealed (secondary) cells. This is a result of the electrolysis of the water by the overcharging current. Gases produced are hydrogen and oxygen. When emitted into the surrounding atmosphere, an explosive mixture may be created if the hydrogen concentration exceeds 4 %_{vol} hydrogen in air.

When gas emission is determined experimentally with battery test standards and the value found is lower than that used in the present standard, then no de-rating of the ventilation requirements shall be admissible. If the experimental gas emission value is higher than the value assumed in the present standard, then the ventilation requirements shall be adapted i.e. increased.

When a cell reaches its fully charged state, water electrolysis occurs according to Faraday's law. Under standard conditions i.e at 0 °C and 1 013 hPA (standard temperature and pressure under International Union of Pure and Applied Chemistry):

- 1 Ah decomposes 0,336g H₂O into 0,42 l H₂ + 0,21 l O₂;
- 3 Ah decomposes 1 cm³ (1 g) of H₂O ;
- 26,8 Ah decompose 9 g H₂O into 1 g H₂ + 8 g O₂.

When the operation of the charge equipment is stopped, the emission of gas from the cells can be regarded as having come to an end approximately one hour after the charging current is switched off.

7.2 Ventilation requirements

The purpose of ventilating a battery location or enclosure is to maintain the hydrogen concentration below the 4 %_{vol} hydrogen Lower Explosion Limit (LEL) threshold. Battery locations and enclosures are to be considered as safe from explosions, when by natural or forced (artificial) ventilation, the concentration of hydrogen is kept below this safe limit.

The minimum air flow rate for ventilation of a battery location or compartment shall be calculated by the following formula:

$$Q = v \times q \times s \times n \times I_{\text{gas}} \times C_{\text{rt}} \times 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/h)}$$

where

Q is the ventilation air flow in m³/h;

v is the necessary dilution of hydrogen: $\frac{(100\% - 4\%)}{4\%} = 24$;

$q = 0,42 \times 10^{-3}$ m³/Ah generated hydrogen at 0 °C ;

Remark: for calculations at 25 °C, the value of q at 0 °C shall be multiplied by factor 1,095.

$s = 5$, general safety factor;

n is the number of cells;

I_{gas} is the current producing gas in mA/Ah rated capacity for the float charge current I_{float} or the boost charge current I_{boost} ;

C_{rt} is the C_{10} capacity for lead acid cells (Ah), $U_f = 1,80$ V/cell at 20 °C or C_5 capacity for NiCd cells (Ah), $U_f = 1,00$ V/cell at 20 °C.

With $v \times q \times s = 0,05$ m³/Ah the ventilation air flow calculation formula is:

$$Q = 0,05 \times n \times I_{\text{gas}} \times C_{\text{rt}} \times 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/h)}$$

The current I_{gas} producing gas is determined by the following formula:

$$I_{\text{gas}} = I_{\text{float/boost}} \times f_g \times f_s \text{ (mA/Ah)}$$

where

I_{float} is the float charge current under fully charged condition at a defined float charge voltage at 20 °C;

I_{boost} is the boost charge current under fully charged condition at a defined boost charge voltage at 20 °C;

f_g is the gas emission factor, proportion of current at fully charged state producing hydrogen;

f_s is the safety factor, to accommodate faulty cells in a battery string and an aged battery.

Unless otherwise stated by the manufacturer, the preferred values for I_{float} and I_{boost} with supporting data are given in the following Table 1.

**Table 1 – Values for current I when charging with IU- or U-charging profiles
(see also Annex A)**

Parameter	Lead-acid batteries vented cells Sb < 3 %^a	Lead-acid batteries VRLA cells	NiCd batteries vented cells ^b
Gas emission factor f_g	1	0,2	1
Gas emission safety factor f_s (incl. 10 % faulty cells and ageing)	5	5	5
Float charge voltage U_{float}^c V/cell	2,23	2,27	1,40
Typical float charge current I_{float} mA/Ah	1	1	1
Current (float) I_{nac} mA/ Ah (under float charge conditions relevant for air flow calculation)	5	1	5
Boost charge voltage U_{boost}^c V/cell	2,40	2,40	1,55
Typical boost charge current I_{boost} mA/Ah	4	8	10
Current (boost) I_{nac} mA/Ah (under boost charge conditions relevant for air flow calculation)	20	8	50
^a For an antimony (Sb) content higher than 3 %, the current used for calculations shall be doubled. ^b For recombination type NiCd and NiMH cells consult the manufacturer. ^c Float and boost charge voltage can vary with the specific gravity of electrolyte in lead-acid cells.			

NOTE 1 The values of float and boost charge current increase with temperature. The consequences of a increase in temperature, up to a maximum of 40 °C, has been accommodated in the values in Table 1.

NOTE 2 In case of use of gas recombination vent plugs, the gas producing current I_{gas} can be reduced to 50 % of the values for vented cells.

NOTE 3 The ventilation air volume requirements, for example, for two 48 V strings of VRLA cells in the same battery room or in the same battery cabinet and each with 120 Ah rated C_{10} capacity amount, under float and under boost charge service conditions, to

Service with float charge condition only: $Q = 0,05 \times 24 \times 1 \times 120 \times 0,001 = 0,144 \text{ m}^3/\text{h}$ per string or 288 l/h total

Service with boost charge condition $Q = 0,05 \times 24 \times 8 \times 120 \times 0,001 = 1,15 \text{ m}^3/\text{h}$ per string or 2 300 l/h total

7.3 Natural ventilation

The amount of ventilation air flow shall preferably be ensured by natural ventilation, otherwise forced (artificial) ventilation shall be implemented.

Battery rooms or enclosures require, under natural ventilation conditions, an air inlet and an air outlet with a minimum free area of opening calculated by the following formula:

$$A = 28 \times Q$$

where

Q is the ventilation flow rate of fresh air (m³/h);

A is the free area of opening in air inlet and outlet (cm²).

NOTE For the purpose of this calculation the air velocity is assumed to be 0,1 m/s.

The air inlet and outlet shall be located at the best possible location to create best conditions for exchange of air, i.e. with

- openings on opposite walls;
- minimum separation distance of 2 m when openings on the same wall.

Batteries equipped with hydrogen gas evacuation systems based on gas collection covers and tubing are not covered by any product-, test- or safety standard. Therefore, the provisions of the present standard and particular of Clause 7 concerning ventilation of the room or cabinet where the batteries are installed, is highly recommended.

7.4 Forced ventilation

Where an adequate air flow Q cannot be obtained by natural ventilation and forced ventilation is implemented, the charger shall be interlocked with the ventilation system or an alarm shall be actuated when the required air flow, for the selected mode of charging, is not assured.

The air extracted from the battery room shall be exhausted to the atmosphere outside the building.

7.5 Charging modes

The usual charging mode for stationary batteries is the constant current/constant voltage charge (IU- characteristic, see A.3).

Where other charging methods than IU-characteristic or U-characteristic within the limits specified in Table 1 are used, the air flow Q for the ventilation shall be sized according to the maximum charger output current. Where charge equipment with a taper characteristic is used then the end-of-charge current equal to 25 % of the rated charger current shall be used for the ventilation requirement calculation.

NOTE A charger with taper characteristic is a constant resistance charger with a dropping current when the voltage rises due to the increasing state of charge of the battery.

7.6 Overcharging under fault conditions

There may be other circumstances, e.g. charger malfunction or thermal runaway conditions, where the battery may produce more gas than the ventilation has been designed for. Electrical precautions against charger malfunction or thermal runaway shall be provided, e.g. by lowering the charge voltage below the open circuit voltage or by automatic disconnection of charging power supply. Alternatively, the ventilation should be calculated to correspond to the maximum current available from the charger.

7.7 Close vicinity to the battery

In the close vicinity of the battery, the dilution of explosive gases is not always secured. Therefore a safety distance extending through air shall be observed within which sparking or glowing devices (maximum surface temperature 300 °C) are prohibited. The dispersion of explosive gas depends on the gas release rate and the ventilation close to the source of release. For calculation of the safety distance d from the source of release, the following formula applies assuming a hemispherical dispersal of gas. The safety distance d can also be read from Figure B.1. For detailed information about the safety distance calculation, see Annex B.

$$d = 28,8 \times \sqrt[3]{I_{\text{gas}}} \times \sqrt[3]{C_{\text{rt}}} \text{ mm}$$

where

I_{gas} is the current producing gas (mA per Ah);

C_{rt} is the rated capacity (Ah).

NOTE The required safety distance d can be achieved by the use of a partition wall between battery and sparking device.

Where batteries form an integral part of a power supply system, e.g. in a UPS system the safety distance d may be reduced according to the equipment manufacturers safety calculations or measurements. The level of air ventilation rate shall ensure that a risk of explosion does not exist by keeping the hydrogen content in air below 1 %_{vol} plus a safety margin at the potential ignition source.

When the gases are released from a monobloc battery with n cells via a single vent or cover opening or tubing, then the capacity value used for the calculation of the safety distance from this opening shall be $C_{\text{rt}} = n \times C_{\text{rt}}$ monobloc battery.

7.8 Prevention of electrostatic discharges when working with batteries

Care shall be taken not to wear clothes and footwear which may build up electrostatic charges (see also 9.2 f)).

Only cotton based cloth moistened with water shall be used for battery cleaning. Other cleaning tools, liquids and sprays result in built-up of electrostatic charge or damage the battery cover and case.

8 Provision against electrolyte hazard

8.1 Electrolyte and water

Electrolyte used in lead-acid batteries is an aqueous solution of sulphuric acid. Electrolyte used in NiCd batteries is an aqueous solution of potassium hydroxide. Only distilled or demineralised water shall be used only when topping up the cell electrolyte level.

8.2 Protective clothing

In order to avoid personal injury from electrolyte splashes when handling electrolyte and/or vented cells or batteries, protective clothing shall be worn, such as

- protective glasses or face shields,
- protective gloves and aprons.

In the case of valve-regulated or gastight sealed batteries, at least protective glasses and gloves shall be worn.

8.3 Accidental contact and "First Aid"

8.3.1 General

Acid and alkaline electrolytes create burns in eyes and on the skin.

A source of clean water, from tap or a dedicated sterile reservoir, shall be provided in the vicinity of the battery for removing electrolyte splashed onto body parts.

8.3.2 Eye contact

In the event of accidental contact with electrolyte, the eyes shall be immediately flooded with large quantities of water for an extended period of time. In all cases, immediate medical attention shall be obtained.

8.3.3 Skin contact

In the event of accidental skin contact with electrolyte, the affected parts shall be washed with large quantities of water or with adequate neutralising solutions. If irritation of skin persists medical attention shall be obtained.

8.4 Battery accessories and maintenance tools

Materials used for battery accessories, battery stands or enclosures, and components inside battery rooms shall be resistant to or protected from the chemical effects of the electrolyte.

In the event of electrolyte spillage, the liquids shall be removed promptly from all surfaces with absorbing and neutralising material.

Maintenance tools such as funnels, hydrometers, thermometers which come in contact with electrolyte shall be dedicated either to the lead-acid or NiCd-batteries and shall not be used for any other purpose.

9 Accommodation, housing

9.1 General

Batteries shall be housed in protected accommodations. If required, 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;
- battery compartments in appliances.

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

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

9.2 Specific requirements for separate battery rooms

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

- a) The floor shall be designed to take the load of the battery. 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 of 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 easily be opened by means of an emergency mechanism.
- d) When using vented type batteries, the floor shall be impermeable and chemically resistant to the electrolyte or the battery cells shall be placed in suitable trays.
- e) The ventilation shall be in accordance to 7.2. The ventilated air shall be exhausted into the atmosphere outside the building.
- f) The floor area for a person standing within arm's reach of the battery (see IEC 60364-4-41 and equal to 1,25 m) shall be electrostatic dissipative in order to prevent electrostatic charge accumulation. The resistance to a groundable point measured according to IEC 61340-4-1 shall be less than 10 MΩ. Personnel shall wear anti-static footwear when carrying out maintenance work on the battery installation.

Conversely the floor shall offer sufficient electrical resistance R for personnel safety. Therefore the resistance of the floor to a groundable point when measured in accordance with IEC 61340-4-1 shall be

- for nominal voltage of the battery ≤ 500 V: $50 \text{ k}\Omega \leq R \leq 10 \text{ M}\Omega$;
- for nominal voltage of the battery > 500 V: $100 \text{ k}\Omega \leq R \leq 10 \text{ M}\Omega$.

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) Where a cell failure may cause spillage of electrolyte, the spillage shall be contained e.g. by use of a retaining trays adequate to contain the electrolyte of at least one cell or monobloc battery.
- b) Warning and barring signs according to 11.1 shall be affixed close to the battery.
- c) Measures for protection against electric shock according to Clause 4 and provision against explosion hazards according to Clause 7 shall be taken.
- d) Notwithstanding central air conditioning in the building, the ventilation requirements according to 7.2 shall be fulfilled. The minimum fresh air-supply shall correspond with the ventilation air flow Q .

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.

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

- Adequate ventilation shall be provided according to Clause 7 to prevent the formation of an explosive hydrogen concentration.
- Precaution shall be taken to prevent formation, according to 7.6, of an explosive concentration of hydrogen also under equipment fault conditions.
- The floor (or shelf if fitted) shall be designed to take the load of the batteries.

- Partitions within an enclosure reduce the effectiveness of ventilation and increase thus also the temperature of the battery. This performance degradation shall be assessed during the design of the enclosure.
- The distance between cells or monobloc batteries shall assure adequate cooling air flow and not amount to less than 5 mm.
- The interior of the enclosure shall show adequate chemical resistance against corrosive effects of the electrolyte.
- The enclosure shall prevent access to hazardous parts by unauthorised persons.
- The enclosure shall allow adequate access for maintenance using normal tools.
- The enclosure shall prevent ground short currents to develop from the actions of leaked electrolyte.

9.5 Working on or near batteries

9.5.1 Working distances within battery rooms

To enable inspection, maintenance and changing of cells 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 600 mm. For nominal battery voltages exceeding DC 120 V a width as defined in 6.3 shall be maintained.

NOTE To allow temporary equipment to be placed in the access way, it is recommended that the escape path width is increased. The increased width may be based on the equipment which will be used, or 1,5 times the width of the cell or 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 (according to 7.7) with welding or soldering equipment, grinding machines or similar tools shall be carried out only by personnel who have been expressly advised about the potential dangers involved. The travel distance of flying sparks shall be watched out for.

Before such work is carried out, batteries shall be disconnected from the charging equipment. The potentially explosive gas mixture inside vented cells or monobloc batteries shall be removed from the head spaces of the cells with a jet of air, gaseous nitrogen or any similar inert gas.

9.6 Accommodation of lead-acid and NiCd batteries in the same room

Lead-acid and nickel-cadmium or nickel-metal hydride batteries shall preferably be accommodated in separate rooms. Where both battery types are located in the same room, precautions shall be taken to avoid mixing of maintenance tools and cross-contamination of electrolyte and topping up water.

10 Charge current requirements

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

10.1 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 also load shall be taken into account. The ripple current generates heat inside the cells and shall be kept as low as possible.

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

where

I_{eff} is the effective alternating component of charge current (r.m.s);

n is the integer number;

k is the number of harmonic frequencies;

I_n is the effective alternating currents (ac) at each harmonic frequency (r.m.s).

At all times the DC component of the float charge current shall have a positive value and be within the typical range of 0,1 mA to 1,0 mA per 1 Ah rated capacity.

10.2 Maximum ripple current

The superimposed effective alternating component of the charge current I_{eff} (rms) should be limited, under float and boost charge conditions, to the values specified in Table 2.

Higher values of AC ripple current will detrimentally affect the life of batteries by generating heat.

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

Table 2 – Recommended upper limits of AC ripple current flowing through the battery as I_{eff} per 100 Ah rated battery capacity

I_{eff}	Lead-acid batteries	NiCd batteries	Ni-MH
Float charge	5 A	20 A	10 A
Boost charge	10 A	20 A	10 A

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 ISO 3864 series shall identify a battery room and be displayed on its outside:

- "Dangerous voltage", if the battery voltage is > DC 60 V
- barring sign for "Fire, naked flames, smoking prohibited";
- warning sign "Accumulator, Battery Room" to indicate corrosive electrolyte, explosive gases, dangerous voltages and currents.

11.2 Identification labels or marking on cells and monobloc batteries

The identification label or marking shall be durably fixed on each cell, monobloc battery or battery assembly and shall include all the information as required by the relevant battery standards.

For safety and maintenance purposes each cell, monobloc battery or battery assembly unit shall be easily and unequivocally identifiable by an application of cell and battery numbers or/and letters.

11.3 Instructions for use, installation and maintenance

The following instructions shall be supplied with the battery and displayed in its vicinity:

- a) Name of manufacturer or supplier;
- b) Manufacturer's or supplier's type reference;
- c) Nominal battery voltage;
- d) Nominal or rated capacity of the battery including relevant ratings;
- e) Name of installer;
- f) Date of commissioning;
- g) Safety recommendations and installation, operation and maintenance instruction;
- h) Information regarding disposal and recycling.

The instructions shall be formulated so to be easily understood also by maintenance and operation personnel for whom the language used to write the instructions is not their mother tongue.

12 Transportation, storage, disposal and environmental aspects

12.1 Packing and transport

The packing and transport of secondary batteries is covered in various national and international regulations and shall take in account the dangers of accidental short circuits, heavy mass and spillages of electrolyte. The following international regulations apply for example for transport, safe packing and carriage of dangerous goods depending of the geographic area and mode of transport:

- a) Road:
European Agreement for the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)
- b) Rail (international):
International Convention concerning the Carriage of Goods by Rail (CIM)
Annex A: International Regulations concerning the Carriage of dangerous Goods by Rail (RID)
- c) Sea:
International Maritime Organisation, Dangerous Goods
Code IMDG Code 8 Class 8 corrosive
- d) Air:
International Air Transport Association (IATA), Dangerous Goods Regulations

12.2 Dismantling, disposal, and recycling of batteries

Dismantling and disposal of stationary batteries shall be undertaken by competent personnel only.

The relevant national and international regulations shall be followed.

13 Inspection and monitoring

Functional and safety reasons require a regular inspection of the battery and its operating environment.

In accordance with the manufacturer's requirements, the inspection shall include a check of

- battery voltage setting on the charger;

- battery temperature;
- float current;
- individual cell or monobloc battery voltages;
- specific gravity (SG) and electrolyte level, if appropriate;
- cleanliness and absence of electrolyte leakages;
- tightness or torque of cell and cable connectors, if required;
- ventilation air flow.

If a capacity test is carried out, the following methods of test apply:

- lead-acid battery, vented type: IEC 60896-11, 13;
- lead-acid battery, valve regulated type: IEC 60896-21, 6.11;
- NiCd battery, vented type: IEC 60623, 4.2;
- NiCd battery, partial recombination type type: IEC 62259, 7.2;
- NiCd battery, sealed type: IEC 60622, 4.2.

The IEC/TR 62060 gives useful information for the monitoring of stationary lead acid batteries.

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.

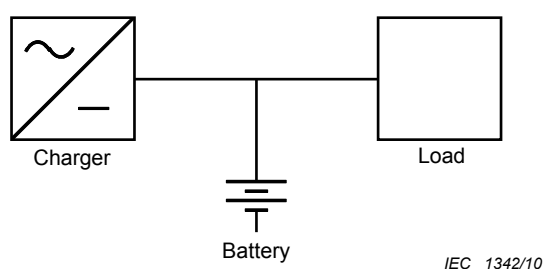


Figure A.1 – Parallel operation mode circuit

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 supply instantaneously 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. Applicable float charge voltages are shown in Table A.1.

Table A.1 – Float charge voltages for lead-acid and NiCd batteries

Battery type	Pb ^a	NiCd
Typical values V/cell	2,18-2,30	1,36-1,45

^a Depending on S.G. of the electrolyte

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 supply instantaneously 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 ms 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 battery charge current interlaced by frequent temporary discharge when the load current exceeds the current supply capability load current.

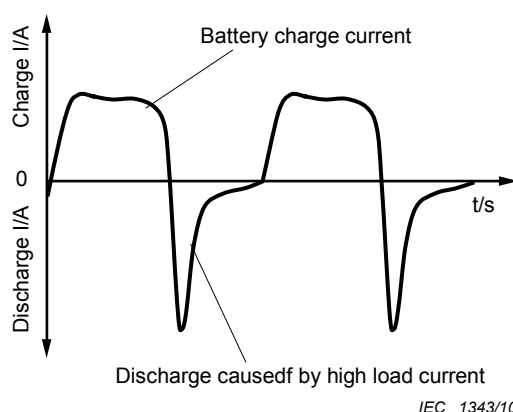


Figure A.2 – Battery charge current interlaced with frequent temporary discharge events due to a load current exceeding the current supply capability

To compensate for the inevitable capacity walk-down in the “buffer” operation mode, regular boost charge or charging at a permanently higher voltage is required. 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 % d.o.d 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 during which the battery is connected to the load. The battery is float charged permanently but normally disconnected from the load circuit. Figure A.3 shows the principal circuit for response operation mode.

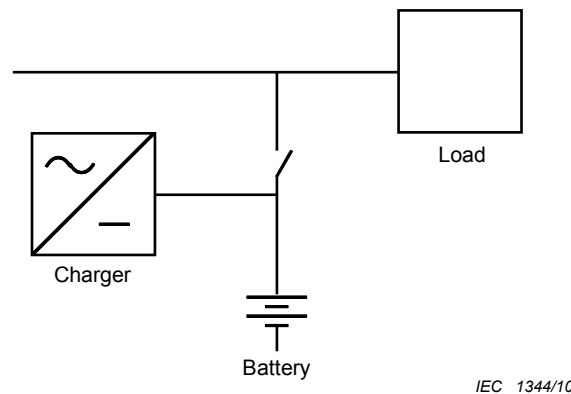


Figure A.3 – Response mode operation circuit

A.3 Charging methods

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

Three basic charging profiles are known and applied depending on the battery type and service conditions. These profiles are

- a) constant current charge I ;
- b) constant voltage charge U ;
- c) constant resistance charge R (taper charge).

In practice mostly combinations of these characteristics are used

The most frequently used charging profile is the so called IU- or CC-CV mode with a current limitation (I/CC) in place until the voltage has reached the pre-set level, followed by the continuous charge at a constant voltage (U/CV) which is typically the float charge voltage (see Figures A.4 and A.5).

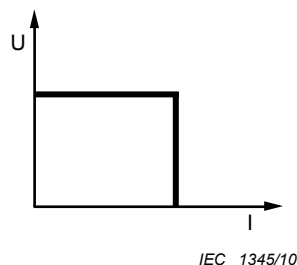


Figure A.4 – IU-or CC-CV charge profile

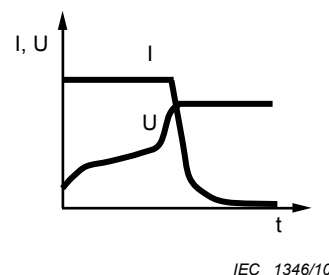


Figure A.5 – Time dependant profile of current I and voltage U

To reduce the time it takes to recharge the battery to full capacity, a two-voltage level charge is sometimes used (IU_1U_2). In the first constant voltage phase of the charge, the voltage is set, for a defined time, to the boost charge voltage (U_1) level followed by the second step at the float charge level (U_2) and of undetermined duration.

Table A.2 shows the typical voltage levels at 20 °C.

Table A.2 – Typical charge voltage levels at 20 °C

		Lead-acid batteries vented cells	Lead-acid batteries VRLA cells	NiCd batteries vented cells
U_1	boost	2,33 V – 2,45 V/cell	2,40 V/cell	1,40 V – 1,65 V/cell
U_2	float	2,18 V – 2,25 V/cell	2,23 V – 2,30 V/cell	1,36 V – 1,45 V/cell

If recharge takes place with U_1 occasionally only (i.e. monthly) refer to the float charge current in 7.2, when calculating the ventilation air flow.

A.4 Temperature compensation of the charge voltage

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 temperature and reduces the float current and heat generation at high battery temperatures. The battery manufacturer shall be consulted for further information on the proper voltage compensation scheme.

Annex B (informative)

Calculation of safety distance d to protect against explosion hazards

B.1 General

In close vicinity to the source of release of a cell or battery, the dilution of explosive gases is not always ensured. Therefore a safety distance d extending through air shall be observed within which flames, sparks, arcs or glowing devices (maximum surface temperature 300 °C) are prohibited. The dispersion of explosive gas depends on the gas release rate and the ventilation characteristics close to the source of release.

The minimum safety distance d can be estimated by calculating the dimensions of a hypothetical volume V_z of potentially explosive gas around the source of release, where the concentration of hydrogen is below the safe concentration of the lower explosion limit (LEL).

B.2 Estimation of hypothetical volume V_z

The theoretical minimum ventilation flow rate to dilute the flammable gas (hydrogen) to a concentration below the lower explosion limit (LEL) can be calculated by means of the formula:

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times \text{LEL}} \times \frac{T}{293} \quad (\text{see IEC 60079-10-1, B.4})$$

where

$dV/dt_{\min}$ is the minimum volumetric flow rate of fresh air required to dilute the gas (m³/s);

$dG/dt_{\max}$ is the maximum gas release rate (kg/s);

LEL is the lower explosion limit (4 %_{vol} for hydrogen) (kg/m³);

k is the safety factor applied to the LEL; $k = 0,25$ is chosen for dilution of hydrogen gas;

T is the ambient temperature (293 K = 20 °C) (K).

The volume V_z represents the volume over which the mean concentration of flammable gas will be 0,25 times the LEL. This means that at the extremities of the hypothetical volume, the concentration of gas will be significantly below the LEL, i.e. the hypothetical volume where the concentration is above LEL would be less than V_z .

B.3 Correction factors

With a given number of air changes per unit time, c , related to the general ventilation, the hypothetical volume V_z of potentially explosive atmosphere around the source of release can be estimated as follows:

$$V_z = \left(\frac{dV}{dt}\right)_{\min} / c$$

where

c is the number of fresh air changes per unit time (s⁻¹).

The above formula holds for an instantaneous and homogenous mixing at the source of release given ideal flow conditions of fresh air. In practice, ideal conditions rarely exist. Therefore a correction factor f is introduced to denote the effectiveness of the ventilation.

$$V_z = f \times \left(\frac{dV}{dt} \right)_{\min} / c$$

where f is the ventilation effectiveness factor, denoting the efficiency of the ventilation in terms of its effectiveness in diluting the explosive atmosphere, f ranging from 1 (ideal) to typically 5 (impeded air flow). For battery installations, the ventilation effectiveness factor is $f = 1,25$.

B.4 Calculation of safety distance d

The term $\left(\frac{dV}{dt} \right)_{\min}$ including all safety factors corresponds with the hourly ventilation air flow Q (in m³/h) for secondary batteries calculated under 7.2.

$$Q = f \times \frac{dV}{dt}$$

$$Q = 0,05 \times (N) \times I_{\text{gas}} \times C_{\text{rt}} \times 10^3 \text{ (m}^3/\text{h) (see Note)}$$

This hourly ventilation air flow Q can be used to define a hypothetical volume. Assuming a hemispherical dispersal of gas a volume of a hemisphere $V_z = 2/3 \pi d^3$ can be defined, where d is the safety distance from the source of release.

This results in the calculation formula for the safety distance d , with $c = 1$ air change per h within the hemisphere:

$$d^3 = \frac{3}{2\pi} \times 0,05 \times 10^6 \times (N) \times I_{\text{gas}} \times C_{\text{rt}} \text{ (mm}^3\text{)}$$

Figure B.1 shows the safety distance d as a function of the rated capacity for various float charge currents

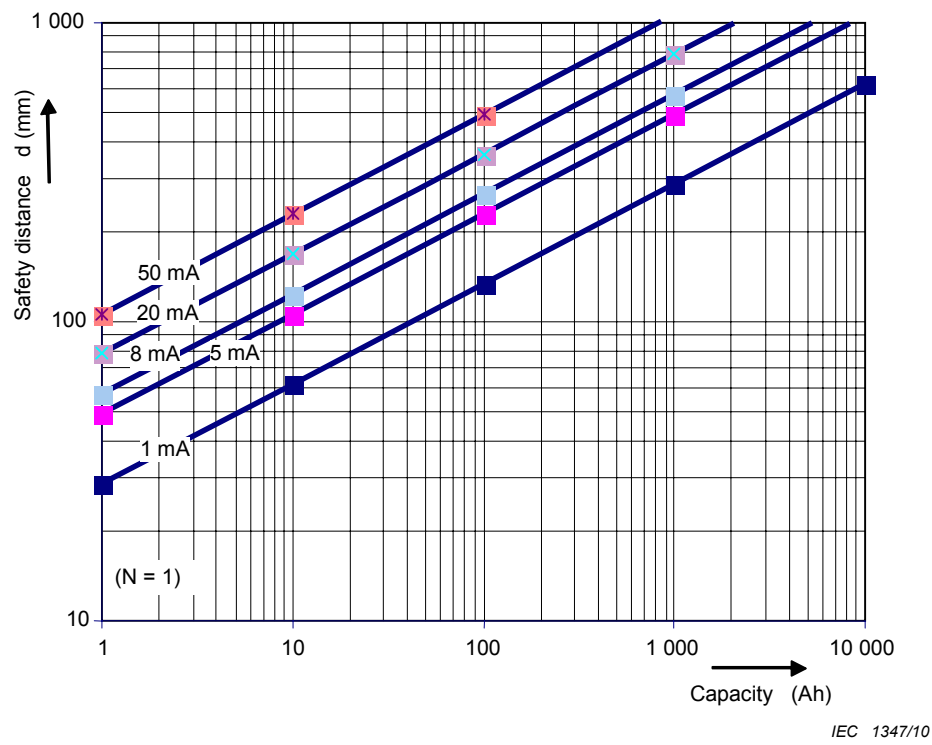


Figure B.1 – Safety distance d as a function of the rated capacity for various charge currents I (mA/Ah)

Bibliography

IEC 60050-482:2004, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 482: Primary and secondary cells and batteries*

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

IEC 60079-10-1:2008, *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, *Electrical installations of buildings – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*

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

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

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

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

IEC/TS 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*

EN 14458, *Eye protection*

EN 20345, *Personal protective equipment – Safety footwear*

EN 50091-1-2, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 1-2: General and safety requirements for UPS used in restricted access locations*

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

EC Directive 2006/66/EC, *Batteries and accumulators containing certain dangerous substances*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	41
INTRODUCTION	43
1 Domaine d'application	44
2 Références normatives	44
3 Termes et définitions	45
4 Protection contre les chocs électriques	48
4.1 Généralités	48
4.2 Protection contre les contacts directs	48
4.3 Protection contre les contacts indirects	48
4.3.1 Protection par coupure automatique de l'alimentation	49
4.3.2 Protection par emploi de matériels de la classe II ou par isolation équivalente	53
4.3.3 Protection par séparation électrique	53
4.4 Protection à la fois contre les contacts directs et indirects	53
4.4.1 Généralités	53
4.4.2 Protection par très basse tension de sécurité (TBTS) ou par très basse tension de protection (TBTP)	54
4.4.3 Protection par très basse tension fonctionnelle (TBTF) sans séparation de protection	54
5 Coupure et séparation	55
6 Prévention des courts-circuits et protection contre les autres effets du courant électrique	55
6.1 Généralités	55
6.2 Courts-circuits	55
6.3 Mesures de protection pendant la maintenance	56
6.4 Courants de fuite	56
7 Dispositions contre les risques d'explosion	57
7.1 Emission de gaz	57
7.2 Exigences de ventilation	57
7.3 Ventilation naturelle	59
7.4 Ventilation forcée	60
7.5 Modes de charge	60
7.6 Surcharge en conditions de défaut	60
7.7 Proximité d'une batterie	60
7.8 Prévention des décharges électrostatiques lors des travaux sur batteries	61
8 Disposition contre les risques liés à l'électrolyte	61
8.1 Electrolyte et eau	61
8.2 Vêtements de protection	61
8.3 Contact accidentel et « premier secours »	61
8.3.1 Généralités	61
8.3.2 Contact avec les yeux	62
8.3.3 Contact avec la peau	62
8.4 Accessoires de batteries et outils de maintenance	62
9 Emplacement, logement	62
9.1 Généralités	62
9.2 Exigences spécifiques aux locaux séparés pour batteries	62

9.3	Exigences spécifiques pour les zones spécialement séparées à l'intérieur des locaux abritant des appareils électriques.....	63
9.4	Enveloppes de batteries.....	63
9.5	Travaux sur ou à proximité des batteries.....	64
9.5.1	Distances de travail à l'intérieur des locaux contenant des batteries	64
9.5.2	Remarques concernant les travaux spéciaux dans les locaux contenant des batteries.....	64
9.6	Installation d'accumulateurs au plomb et au Ni-Cd dans un même local.....	64
10	Exigences pour le courant de charge	65
10.1	Courant d'ondulation superposé.....	65
10.2	Courant d'ondulation maximal.....	65
11	Étiquettes d'identification, avertissements et instructions pour l'utilisation, l'installation et la maintenance	65
11.1	Étiquettes et indications d'avertissement dans les locaux	65
11.2	Étiquettes ou marquage d'identification sur des éléments et des batteries monoblocs.....	66
11.3	Instructions pour l'utilisation, l'installation et la maintenance	66
12	Transport, stockage, mise au rebut et aspects d'environnement.....	66
12.1	Emballage et transport.....	66
12.2	Démontage, mise au rebut et recyclage des batteries.....	67
13	Contrôle et surveillance	67
	Annexe A (informative) Méthodes de charge et modes de fonctionnement	68
	Annexe B (informative) Calcul de la distance de sécurité d pour protéger contre les risques d'explosion	72
	Bibliographie	75
	Figure 1 – Schéma TN avec conducteur de protection (PE) séparé dans toute l'installation (schéma TN-S)	50
	Figure 2 – Schéma TN avec conducteurs de protection et de terre fonctionnelle (FPE, PEN) confondus avec un conducteur de ligne externe (schéma TN-C).....	50
	Figure 3 – Schéma TT.....	51
	Figure 4 – Schéma IT.....	52
	Figure 5 – Convertisseurs avec circuits intermédiaires à courant continu (Schéma IT) (Exemple).....	53
	Figure A.1 – Circuit pour mode de fonctionnement parallèle.....	68
	Figure A.2 – Courant de charge de la batterie entrelacé par des événements de décharge temporaire fréquents dus à un courant d'utilisation dépassant la capacité d'alimentation du courant	69
	Figure A.3 – Circuit de fonctionnement du mode de réponse.....	70
	Figure A.4 – Profil de charge IU ou CC-CV	70
	Figure A.5 – Profil du courant I et de la tension U dépendant du temps.....	70
	Figure B.1 – Distance de sécurité d en fonction de la capacité assignée pour différents courants de charge I (mA/Ah).....	74
	Tableau 1 – Valeurs du courant I en cas de charge avec des caractéristiques de charge IU et U (voir aussi Annexe A)	58
	Tableau 2 – Limite supérieure recommandée du courant d'ondulation alternatif circulant à travers l'accumulateur comme courant I_{eff} par capacité assignée de la batterie de 100 Ah	65
	Tableau A.1 – Tensions de charge flottante pour accumulateurs au plomb et au Ni-Cd	68

Tableau A.2 – Niveaux de tension de charge types à 20 °C	71
--	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 2: Batteries stationnaires

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La norme internationale CEI 62485-2 a été établie par le Comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/711/FDIS	21/718/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62485 est disponible, sous le titre général *Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations de batteries*, sur le site web de la CEI.

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

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

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

INTRODUCTION

Les exigences de sécurité décrites englobent les mesures de protection contre les risques générés par l'électricité, l'électrolyte et les gaz explosifs lors de l'utilisation de batteries d'accumulateurs. De plus, elles donnent des mesures pour le maintien de la sécurité fonctionnelle des installations de batteries et de batteries d'accumulateurs.

Pour la sécurité électrique (protection contre les chocs électriques) traitée à l'Article 4, la présente norme fait référence à la CEI 60364-4-41. La fonction pilote de cette norme est entièrement respectée par l'indication des correspondances des articles concernés, néanmoins une interprétation est donnée lorsque l'adaptation aux circuits à courant continu (CC) est exigée.

Cette norme de sécurité entre en vigueur à la date de publication et s'applique à toutes les nouvelles installations de batteries et de batteries d'accumulateurs. Les installations précédentes sont supposées être conformes aux normes nationales existantes au moment de l'installation. En cas de rénovation complète d'installations anciennes, c'est la présente norme qui s'applique.

Les batteries au plomb à soupape utilisées dans les installations de batteries stationnaires sont supposées remplir les exigences de sécurité conformément à la CEI 60896-21 et la CEI 60896-22.

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

Partie 2: Batteries stationnaires

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62485 s'applique aux batteries d'accumulateurs stationnaires et aux installations de batteries d'une tension maximale de 1 500 V (nominale) en courant continu et décrit les principales mesures pour la protection contre les risques générés par:

- l'électricité,
- les émissions gazeuses,
- l'électrolyte.

Cette norme internationale fournit les exigences concernant les aspects de sécurité liés à la mise en œuvre, à l'utilisation, au contrôle, à la maintenance et à la mise au rebut.

Elle couvre les accumulateurs au plomb et au NiCd/NiMH.

Exemples des principales applications:

- télécommunications,
- centrales électriques,
- éclairage de sécurité et systèmes d'alarme,
- alimentations sans interruption,
- démarrage de groupe électrogène,
- systèmes photovoltaïques.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seules les éditions citées s'appliquent. Pour les références non datées, c'est l'édition la plus récente du document référencé qui s'applique (y compris les amendements).

CEI 60364-4-41, *Installations électriques à basse tension – Part 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

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

CEI 60364-5-53, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Sectionnement, coupure et commande*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60622:2002, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Éléments individuels parallélipédiques rechargeables étanches au nickel-cadmium*

CEI 60623:2001, *Accumulateurs alcalins ou autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments individuels parallélépipédiques rechargeables ouverts au nickel-cadmium*

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

CEI/TR 60755, *Exigences générales pour les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel*

CEI 60896-11:2002, *Batteries stationnaires au plomb – Partie 11: Batteries au plomb du type ouvert – Prescriptions générales et méthodes d'essai*

CEI 60896-21:2004, *Batteries stationnaires au plomb – Partie 21: Types étanches à soupapes – Méthodes d'essai*

CEI 60896-22:2004, *Batteries stationnaires au plomb – Partie 22: Types étanches à soupapes – Exigences*

CEI 60900, *Travaux sous tension – Outils à main pour usage jusqu'à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu*

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

CEI 61340-4-1, *Electrostatique – Partie 4-1: Méthodes d'essai normalisées pour des applications spécifiques – Résistance électrique des revêtements de sol et des sols finis*

CEI 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*

CEI 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*

CEI 62259:2003, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments d'accumulateurs individuels parallélépipédiques au nickel-cadmium à recombinaison partielle des gaz*

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

élément (d'accumulateur)

élément (rechargeable)

élément individuel

ensemble d'électrodes et d'électrolyte constituant l'unité de base d'une batterie d'accumulateurs

NOTE Cet ensemble est contenu dans un boîtier individuel fermé par un couvercle.

3.2

élément ouvert (d'accumulateur)

élément d'accumulateur ayant un couvercle muni d'une ouverture au travers de laquelle les produits gazeux peuvent s'échapper

3.3

élément (d'accumulateur) étanche à soupape

élément d'accumulateur fermé dans les conditions normales mais qui est muni d'un dispositif permettant l'échappement des gaz si la pression interne excède une valeur prédéterminée. L'élément ne peut normalement recevoir d'addition à son électrolyte

3.4

élément (d'accumulateur) étanche scellé

élément d'accumulateur fermé ne laissant échapper ni gaz ni liquide quand il fonctionne dans les limites de charge et de température spécifiées par le fabricant. L'élément peut être muni d'un dispositif de sécurité destiné à éviter toute pression interne dangereusement élevée. L'élément ne requiert pas d'addition d'électrolyte et est conçu pour fonctionner toute sa vie dans ses conditions d'étanchéité initiales

3.5

batterie d'accumulateur

deux ou plusieurs éléments d'accumulateur connectés entre eux et utilisés comme source d'énergie électrique

3.6

batterie au plomb/dioxyde de plomb

batterie d'accumulateur avec un électrolyte aqueux à base d'acide sulfurique dilué, une électrode positive en dioxyde de plomb et une électrode négative en plomb

3.7

batterie à l'oxyde de nickel-cadmium

batterie d'accumulateur avec un électrolyte alcalin, une électrode positive contenant de l'oxyde de nickel et une électrode négative en cadmium

3.8

batterie stationnaire

batterie d'accumulateur conçue pour fonctionner à un emplacement fixe et qui n'est normalement pas déplacée pendant sa durée de vie en fonctionnement. Elle est reliée en permanence à une alimentation en courant continu (installation fixe)

3.9

batterie monobloc

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

NOTE Les éléments dans une batterie monobloc peuvent être reliés en série ou en parallèle.

3.10

électrolyte

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

NOTE L'électrolyte peut être liquide, solide ou en gel.

3.11

bouillonnement

émission gazeuse

dégagement gazeux résultant de l'électrolyse de l'eau dans l'électrolyte d'un élément

3.12**charge****charge (d'un accumulateur)**

opération pendant laquelle un élément d'accumulateur ou un accumulateur reçoit de l'énergie électrique d'un circuit extérieur entraînant des échanges chimiques dans l'élément et un stockage de l'énergie chimique produite

3.13**batterie en charge flottante**

batterie d'accumulateurs dont les bornes sont connectées en permanence à une source de tension constante suffisante pour maintenir la batterie approximativement en charge complète, et conçue pour alimenter un circuit électrique, si l'alimentation normale est momentanément interrompue

3.14**tension (de charge) flottante**

tension constante nécessaire pour maintenir l'élément ou la batterie en charge

3.15**courant de charge flottante**

courant issu de la charge flottante

3.16**charge rapide**

charge accélérée appliquée à des valeurs du courant électrique ou des tensions supérieures à la normale (pour une conception particulière) pendant un court intervalle de temps

3.17**tension de charge rapide**

tension constante – à niveau de tension plus élevé – utilisée dans la charge rapide

3.18**courant de charge rapide**

courant issu de la tension de charge rapide

3.19**décharge****décharge (d'une batterie d'accumulateur)**

opération pendant laquelle un accumulateur fournit, à un circuit extérieur et dans des conditions spécifiées, l'énergie électrique produite dans les éléments

3.20**surcharge****surcharge (d'un élément ou batterie d'accumulateur)**

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

NOTE La surcharge est également le fait de recharger au-delà d'une certaine limite spécifiée par le fabricant.

3.21**batterie au nickel-hydrure métallique**

batterie d'accumulateur avec un électrolyte d'hydroxyde de potassium aqueux, une électrode positive contenant des nickels comme l'hydroxyde de nickel et une électrode négative d'hydrogène sous forme d'hydrure métallique

3.22**tension nominale**

valeur approximative acceptable de la tension utilisée pour désigner ou identifier un élément d'accumulateur, une batterie d'accumulateur ou un système électrochimique

4 Protection contre les chocs électriques

4.1 Généralités

Des mesures doivent être prises dans les installations de batteries stationnaires pour la protection contre les contacts soit directs, soit indirects ou contre les contacts à la fois directs et indirects.

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

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

4.2 Protection contre les contacts directs

Dans les installations de batteries, la protection doit être assurée contre le contact direct avec les parties actives conformément à la CEI 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 au moyen d'obstacles ou par mise hors de portée par éloignement est expressément autorisée dans les installations de batteries. Ceci nécessite néanmoins que les batteries de tensions nominales de valeurs supérieures à 60 V en courant continu jusqu'à 120 V en courant continu entre bornes et/ou de tensions nominales de > 60 V en courant continu jusqu'à 120 V en courant continu à la terre soient situées dans un lieu à accès restreint et que les batteries dont la tension nominale est supérieure à 120 V en courant continu soient situées dans un lieu dont l'accès est restreint au moyen de verrous ou autres dispositifs équivalents. Les portes d'accès aux locaux et armoires abritant des batteries sont considérées comme des obstacles et doivent porter des panneaux d'avertissement conformes au 11.1.

La protection contre les contacts directs n'est pas exigée pour les batteries de tensions nominales inférieures ou égales à 60 V en courant continu si toute l'installation correspond aux conditions TBTS (très basse tension de sécurité) et TBTP (très basse tension de protection) (4.4.2).

NOTE La tension nominale d'un accumulateur au plomb – dioxyde de plomb (plomb acide) est 2,0 V, celle d'un accumulateur à l'oxyde de nickel-cadmium ou oxyde de nickel-hydrure métallique est 1,2 V. Quand ces accumulateurs sont en charge rapide, leur tension peut atteindre 2,7 V pour le plomb ou 1,6 V pour les systèmes à base d'oxyde de nickel.

Une protection contre les courts-circuits peut être nécessaire, voir 6.2.

Si on applique la protection au moyen de barrières ou d'enveloppes, on doit utiliser au moins un degré de protection IP 2X ou IPXXB selon la CEI 60529.

4.3 Protection contre les contacts indirects

Dans les installations de batteries, la protection contre les contacts indirects doit être appliquée conformément à la CEI 60364-4-41.

Une ou plusieurs des mesures suivantes, doit être choisie:

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

On ne doit pas dépasser une tension nominale de contact de 120 V en courant continu (voir CEI 60449, CEI 60364-4-41 et CEI/TS 61201). Au-delà de cette tension, d'autres schémas de protection doivent être mis en œuvre.

Certaines de ces méthodes de protection nécessitent un conducteur de protection. Les conducteurs de protection ou les conducteurs ayant une fonction de protection ne doivent pas être déconnectés par un dispositif de coupure. Aucun dispositif de coupure n'est autorisé dans un conducteur de protection. Ils ne doivent pas contenir de dispositifs de protection contre les surintensités (voir la CEI 60364-4-41). Pour le dimensionnement des sections des conducteurs de protection, voir la CEI 60364-5-54.

Des étagères ou des armoires pour batteries métalliques doivent soit être connectés au conducteur de protection soit isolés de la batterie et de l'emplacement d'installation. Cette isolation doit correspondre aux conditions pour la protection par isolation selon la CEI 60364-4-41. D'autres parties conductrices simultanément accessibles, par exemple conduits métalliques, doivent être hors de portée. Pour les exigences concernant les lignes de fuite et les distances d'isolement, (voir la CEI 60664-1) en utilisant une valeur de 4 000 V pour les essais d'impulsion à haute tension.

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

- a) fusibles,
- b) dispositifs de protection contre les surintensités,
- c) dispositifs de protection à courant résiduel ou différentiel (RCD), adaptés au courant continu,

Les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (RCD) conformes à la CEI/TR 60755 doivent être du type B adapté au courant de défaut continu.

- e) contrôleurs d'isolement (par exemple dans les schémas IT),
- f) dispositifs de protection à tension de défaut (voir la CEI 60364-4-41).

4.3.1 Protection par coupure automatique de l'alimentation

4.3.1.1 Schéma TN

Dans un schéma TN (voir la CEI 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 doit être relié à la terre.

Les masses d'un matériel doivent être reliées au conducteur de protection (PE)¹, au conducteur PEN (PEN)² ou conducteur de protection et de mise à la terre fonctionnelle (FPE)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.

¹ Pour les définitions, se reporter à la CEI 60364-5-54.

² Introduit avec référence à la CEI 60364-5-54.

³ Pour les définitions, se reporter à la CEI 60950-1.

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, la CEI 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 protection par mise à la terre et conducteur neutre

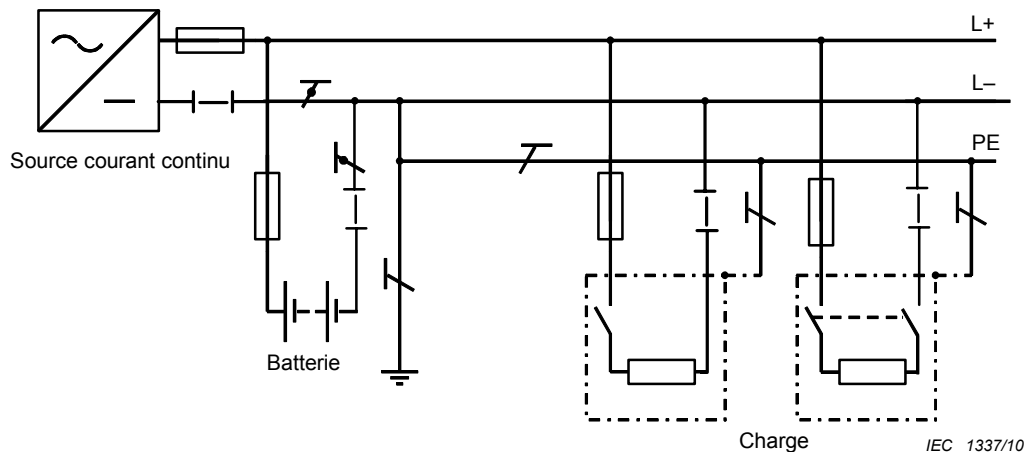


Figure 1 – Schéma TN avec conducteur de protection (PE) séparé dans toute l'installation (schéma TN-S)

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

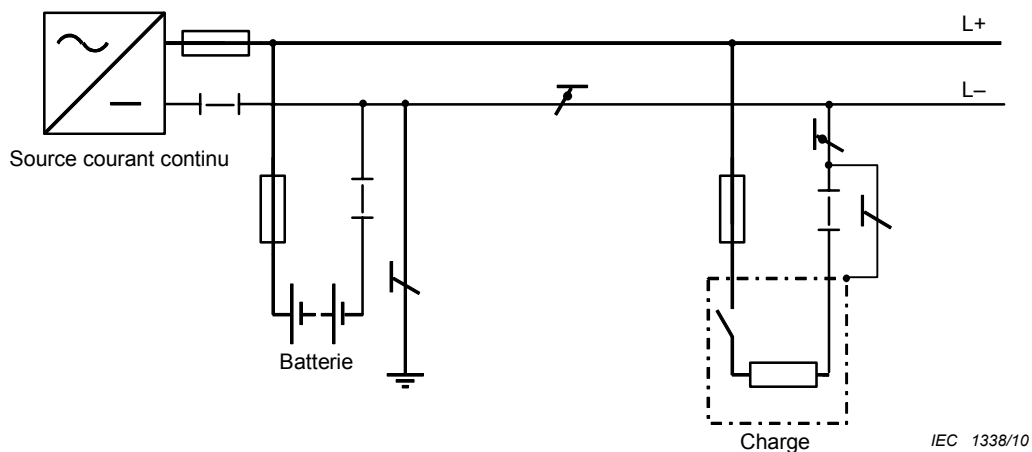


Figure 2 – Schéma TN avec conducteurs de protection et de terre fonctionnelle (FPE, PEN) confondus avec un conducteur de ligne externe (schéma TN-C)

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

4.3.1.2 Schéma TT

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

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 de l'installation.

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 les parties concernées. Les parties conductrices simultanément accessibles doivent être reliées à la même prise de terre (CEI 60364-4-41).

Outre les dispositifs de protection mentionnés en 4.3, des dispositifs de protection à tension de défaut sont également applicables (CEI 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 la CEI 60364-4-41, les dispositifs contre les surintensités doivent être uniquement applicables pour la protection contre le contact indirect 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.

Pour les besoins de discrimination, des temps de coupure jusqu'à 1 s sont autorisés, lorsqu'on utilise des dispositifs à courant résiduel.

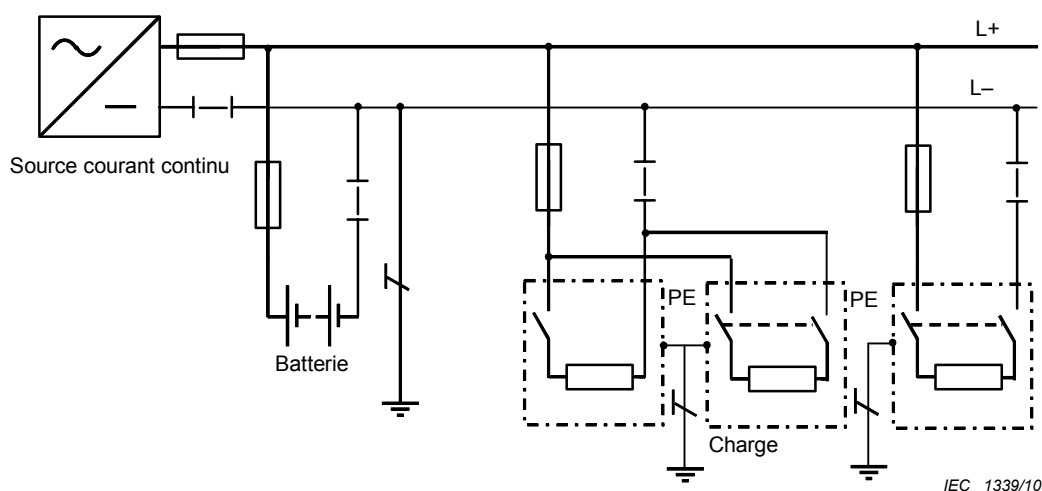


Figure 3 – Schéma TT

4.3.1.3 Schéma IT

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

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

Les masses qui sont protégées par un dispositif de protection commun doivent être interconnectées avec des conducteurs de protection à une prise de terre commune. Les parties conductrices simultanément accessibles doivent être reliées à la même prise de terre (CEI 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 à la masse ou à la terre. Si un contrôleur d'isolement est fourni, ce dispositif doit actionner un signal sonore et /ou visuel (CEI 60364-4-41).

Il faut prendre des précautions 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 résiduel ou à tension de défaut) (voir CEI 60364-4-41).

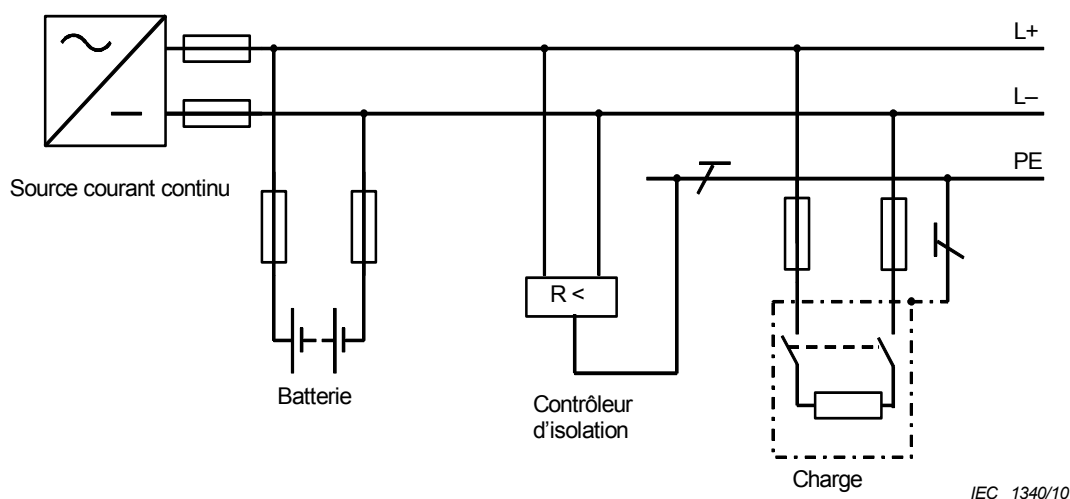


Figure 4 – Schéma IT

4.3.1.4 Circuits intermédiaires à courant continu avec liaison électrique vers une alimentation en courant alternatif

Les installations de ce type (voir Figure 5) sont utilisées, 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.

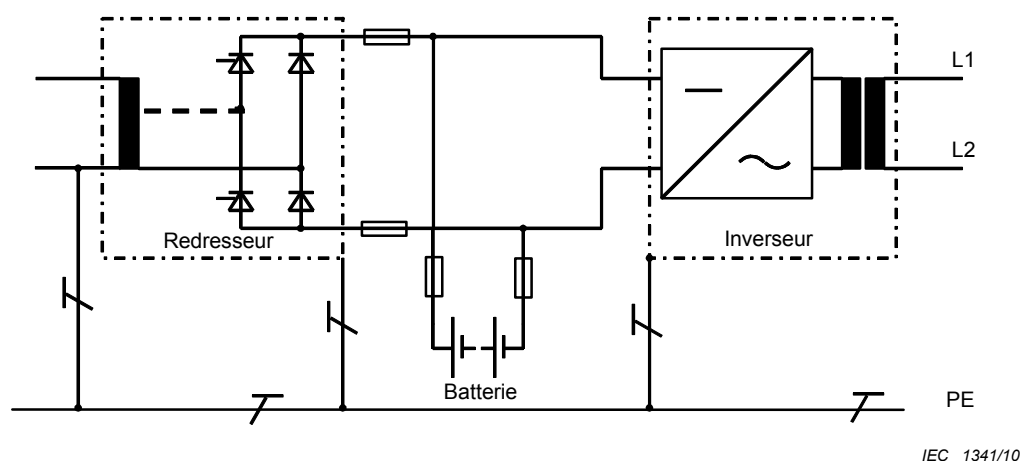


Figure 5 – Convertisseurs avec circuits intermédiaires à courant continu (Schéma IT) (Exemple)

On doit s'assurer qu'aucune tension alternative n'apparaît aux bornes de la batterie dont la tension en valeur efficace à la terre soit supérieure à la tension maximale de charge de la batterie. Pour assurer cette condition, le système en courant continu peut être doté d'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 à courant alternatif doivent –si 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, il ne subsiste pas de tension de contact dangereuse (> 50 V courant alternatif ou > 120 V courant continu) sur les masses du matériel.

Les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (RCD) conformes à la CEI/TR 60755 doivent être du type B adapté au courant de défaut continu.

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

Il faut utiliser la protection par isolation double ou renforcée pour les matériels électriques pour être conforme à la classe de protection II selon la CEI 61140 ou un matériel d'isolation équivalent (voir la CEI 60364-4-41).

4.3.3 Protection par séparation électrique

Pour l'application de la protection par séparation électrique, se reporter à la CEI 60364-4-41.

Il faut qu'une source de séparation soit utilisée comme source d'alimentation (voir CEI 60364-4-41).

Une "source de courant équivalente" au sens de la CEI 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 la CEI 60364-4-41.

4.4 Protection à la fois contre les contacts directs et indirects

4.4.1 Généralités

Les dispositions de protection décrites dans la CEI 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 nominales jusqu'à 120 V en courant continu.

Elles doivent remplir simultanément les exigences de protection contre les contacts soit directs soit indirects.

NOTE Dans ces cas, les exigences pour les étagères et armoires métalliques pour batteries spécifiées en 4.3 ne s'appliquent pas.

4.4.2 Protection par très basse tension de sécurité (TBTS) ou par très basse tension de protection (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 la CEI 60364-4-41, qui empêche de manière fiable les tensions alternatives du réseau supérieures aux valeurs spécifiées dans la CEI 60364-4-41, du côté continu en cas de défaut;
- la configuration des circuits est conforme à la CEI 60364-4-41. On doit assurer 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 nominale en courant continu de l'installation de batterie ne dépasse pas 60 V en courant continu et que les conditions indiquées ci-dessus sont remplies, alors en général, la protection contre le contact direct avec les parties actives peut être omise (pour les exceptions voir la CEI 60364-7-706).

Lorsque les tensions nominales dépassent 60 V en courant continu, la protection contre le contact direct avec les parties actives doit être assurée par:

- des barrières ou des enveloppes de type de protection minimale IP 2X ou IP XXB selon la CEI 60529,
ou
- une isolation résistant à une tension d'essai de 500 V en courant alternatif pendant une minute conformément à la CEI 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 locaux contenant des batteries conformément à la CEI 60364-4-41.

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

Si la tension nominale 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 ex. connexion d'un conducteur au conducteur de protection du circuit primaire),

ne peuvent pas être remplies, alors on doit prendre des dispositions pour assurer la sécurité contre le contact direct et indirect.

La protection contre le contact direct doit être assurée par:

- une isolation en corrélation au moins avec la plus faible des tensions d'essai prescrites pour le circuit primaire
ou
- des barrières ou enveloppes qui assurent une protection minimale IP2x ou IPXXB selon la CEI 60529.

La sécurité contre le contact indirect 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 la CEI 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 la CEI 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, des commutateurs,
- des fiches et socles de prises de courant,
- des fusibles amovibles,
- des liaisons de connexion,
- des blocages spécialement conçus.

Ces dispositifs doivent être applicables au courant continu et offrir la distance de séparation nécessaire conformément à la norme applicable.

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

6.1 Généralités

Le flux de courant à l'intérieur des systèmes de batteries peut causer d'autres risques en plus de celui de choc électrique. Ceci 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 (voir la CEI 60364-4-43 et la CEI 60364-5-53).

La tolérance contre les courants élevés de la batterie doit être supérieure au calibre des organes de protection contre les surintensités. Cet organe 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 tel que déterminé par exemple dans la CEI 60896-21, 6.3 dans le cas des batteries plomb au dioxyde de plomb, au plomb acide.

6.2 Courts-circuits

L'énergie électrique stockée dans les éléments ou les accumulateurs peut être libérée de manière involontaire et incontrôlée à la suite 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.

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

Toutes les connexions de la batterie jusqu'au fusible de la batterie doivent être installées de façon telle qu'un court-circuit ne puisse survenir dans aucune condition prévisible. Pour le type de configuration de conducteur des sections de conducteurs non protégées, la CEI 60364-4-43 et la CEI 60364-5-53 doivent être prises en considération. Pour le calcul du courant de court-circuit de la batterie, se reporter à la CEI 61660-1 et à la CEI 61660-2 et au 6.3 de la CEI 60896-21.

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 dans un but de maintenance, seuls des outils isolés doivent être utilisés.

Au cours de travaux sur des matériels sous tension, l'utilisation des procédures de travail appropriées conformes à la CEI 60900 et l'utilisation exclusive d'outils isolés doit être imposée afin de réduire le risque de blessure.

6.3 Mesures de protection pendant la maintenance

Pendant les opérations de maintenance, des personnes peuvent être amenées à intervenir à proximité du système de batteries. Le personnel travaillant sur ou à proximité d'une batterie doit avoir la compétence pour réaliser ce travail et doit être formé sur toutes les procédures spéciales nécessaires. Pour réduire le risque de blessure, le système de batterie doit être conçu avec:

- des couvercles de bornes de batterie permettant une maintenance de routine tout en réduisant l'exposition des parties actives,
- une distance minimale de 1,50 m entre les parties actives conductrices non isolées de la batterie ayant un potentiel supérieur à 120 V en courant continu (tension nominale), avec lesquelles on peut entrer en contact en même temps,
- 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 nominale est > 120 V en courant continu, des vêtements de protection isolés et localement des revêtements isolants seront exigés pour empêcher que le personnel n'entre en contact avec le sol ou des parties ayant une liaison équipotentielle à la terre.

On ne doit ni connecter ni déconnecter des batteries lorsque le courant passe. Le circuit doit être au préalable isolé à un autre endroit.

Lorsqu'on utilise des fusibles de type à vis, 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.

Les batteries doivent, de préférence, être équipées de bouchons anti-déflagrants (voir la CEI 60050-482:2004, 482-05-11) pour éviter les explosions internes provoquées par une flamme nue externe ou une étincelle.

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

NOTE 1 Des retours provenant des chargeurs ou de batteries parallèles peuvent placer les contacts accessibles sous tension lorsqu'on retire le fusible.

NOTE 2 L'utilisation d'outils isolés conformément à la CEI 60900 est recommandée.

6.4 Courants de fuite

Il faut maintenir les batteries propres et sèches pour éviter les risques de feu ou de corrosion.

Les batteries étanches à soupape, qui sont installées suivant une orientation susceptible d'exercer une contrainte sur la zone d'étanchéité doivent se conformer aux exigences du 6.5 de la CEI 60896-22, pour la protection contre la propension à des courants de fuite à la terre.

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 (de la tension nominale de la 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 de réaliser un essai, quel qu'il soit, il faut vérifier l'absence de tension dangereuse entre la batterie et l'étagère ou l'enveloppe.

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

7 Dispositions contre les risques d'explosion

7.1 Emission de gaz

Pendant la charge, la charge flottante et la surcharge, des gaz sont émis par tous les éléments d'accumulateurs à l'exception des éléments (d'accumulateur) étanches scellés. Ceci résulte de l'électrolyse de l'eau par le courant de surcharge. Les gaz produits sont l'hydrogène et l'oxygène. Lorsqu'ils sont émis dans l'atmosphère environnante, un mélange explosif peut être créé si la concentration en hydrogène dépasse 4 %_{vol} d'hydrogène dans l'air.

Lorsque l'émission de gaz est déterminée de manière expérimentale avec les normes d'essais des batteries et que la valeur trouvée est inférieure à celle utilisée dans la présente norme, alors aucune dégradation des exigences de ventilation n'est acceptable. Si la valeur d'émission de gaz expérimentale est supérieure à la valeur présumée dans la présente norme, alors les exigences de ventilation doivent être adaptées par exemple augmentées.

Lorsqu'un élément atteint son état de charge complète, l'électrolyse de l'eau intervient suivant la loi de Faraday. Dans des conditions normales de température et de pression, 0 °C et 1 013 hPa (pression et température standard selon l'Union Internationale de Chimie pure et appliquée):

- 1 Ah décompose 0,336g H₂O en 0,42 l H₂ + 0,21 l O₂;
- 3 Ah décompose 1 cm³ (1 g) de H₂O;
- 26,8 Ah décompose 9 g H₂O en 1 g H₂ + 8 g O₂.

Lorsque le fonctionnement du matériel de charge est arrêté, on peut considérer que l'émission de gaz provenant des éléments a cessé approximativement une heure après coupure du courant de charge.

7.2 Exigences de ventilation

La ventilation de l'emplacement ou de l'enveloppe d'une batterie est destinée à maintenir la concentration en hydrogène en dessous de 4 %_{vol} du seuil limite d'explosion de l'hydrogène LEL (Lower Explosion Limit). Les emplacements ou enveloppes de batteries doivent être considérés comme sûrs en termes de risque d'explosions, lorsque par ventilation naturelle ou forcée (artificielle), la concentration en hydrogène est maintenue en dessous de cette limite de sécurité.

Le débit d'air minimal pour la ventilation d'un emplacement ou d'un compartiment de batterie doit être calculé par la formule suivante:

$$Q = v \times q \times s \times n \times I_{\text{gaz}} \times C_{\text{rt}} \times 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/h)}$$

où

Q est le flux d'air de ventilation en m³/h;

v est la dilution nécessaire de l'hydrogène: $\frac{(100 \% - 4 \%)}{4 \%} = 24$;

q = hydrogène généré $0,42 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{Ah}$ à 0°C ;

Remarque: pour les calculs à 25°C , la valeur de q à 0°C doit être multipliée par le facteur 1,095;

s = 5, facteur de sécurité générale;

n est le nombre d'éléments;

I_{gaz} est le courant produisant du gaz en mA par capacité assignée Ah pour le courant de charge flottante I_{flottant} ou le courant de charge rapide I_{rapide} ;

C_{rt} est la capacité C_{10} pour éléments au plomb (Ah), $U_f = 1,80 \text{ V/élément}$ à 20°C ou capacité C_5 pour éléments au NiCd (Ah), $U_f = 1,00 \text{ V/élément}$ à 20°C .

Avec $v \times q \times s = 0,05 \text{ m}^3/\text{Ah}$ la formule de calcul du flux d'air de ventilation est:

$$Q = 0,05 \times n \times I_{\text{gaz}} \times C_{\text{rt}} \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Le courant I_{gaz} produisant le gaz est déterminé par la formule suivante:

$$I_{\text{gaz}} = I_{\text{flottant/rapide}} \times f_g \times f_s \text{ (mA/Ah)}$$

où

I_{flottant} est le courant de charge flottante en condition de pleine charge à une tension de charge flottante définie à 20°C ;

I_{rapide} est le courant de charge rapide en condition de pleine charge à une tension de charge rapide définie à 20°C ;

f_g est le facteur d'émission de gaz, proportion de courant en état de pleine charge produisant de l'hydrogène;

f_s est le facteur de sécurité, pour prendre en compte les éléments défectueux dans une chaîne d'accumulateurs et le vieillissement de la batterie d'accumulateurs.

Sauf spécification contraire du fabricant, les valeurs préférentielles pour I_{flottant} et I_{rapide} avec les données de documentation sont indiquées au Tableau 1 ci-après.

Tableau 1 – Valeurs du courant I en cas de charge avec des caractéristiques de charge IU et U (voir aussi Annexe A)

Paramètre	Accumulateurs au plomb éléments ouverts $S_b < 3 \%^a$	Accumulateurs au plomb Eléments VRLA	Accumulateurs NiCd éléments ouverts ^b
Facteur d'émission de gaz f_g	1	0,2	1
Facteur de sécurité d'émission de gaz f_s (incl. 10 % d'éléments défectueux et vieillissement)	5	5	5
Tension de charge flottante $U_{\text{flottante}}^c$ V/élément	2,23	2,27	1,40
Courant de charge flottante type I_{flottant} mA/Ah	1	1	1

Paramètre	Accumulateurs au plomb éléments ouverts $Sb < 3 \%^a$	Accumulateurs au plomb Éléments VRLA	Accumulateurs NiCd éléments ouverts ^b
Courant (flottant) I_{n27} mA/Ah (dans les conditions de charge flottante applicables au calcul de flux d'air)	5	1	5
Tension de charge rapide U_{rapide}^c V/élément	2,40	2,40	1,55
Courant de charge rapide type I_{rapide} mA/Ah	4	8	10
Courant (rapide) I_{n27} mA/Ah (dans les conditions de charge rapide applicables au calcul de flux d'air)	20	8	50
^a Pour une teneur en antimoine (Sb) supérieure à 3 %, le courant utilisé pour les calculs doit être doublé. ^b Pour les éléments NiCd et NiMH de type recombinaison, consulter le fabricant. ^c La tension de charge flottante et de charge rapide peut varier avec la gravité spécifique de l'électrolyte dans les éléments au plomb.			

NOTE 1 Les valeurs du courant de charge flottante et de charge rapide augmentent avec la température. Les conséquences d'une augmentation de température, jusqu'à 40 °C max. ont été intégrées dans les valeurs du Tableau 1.

NOTE 2 Si on utilise des bouchons de recombinaison de gaz, le courant produisant du gaz I_{gaz} peut être ramené à 50 % des valeurs des éléments ouverts.

NOTE 3 Les exigences relatives au volume d'air de ventilation, par exemple pour deux rangés d'éléments de batteries plomb acide étanche à soupape chacune d'une tension de 48 V dans le même local ou dans la même armoire et chacune de capacité C_{10} assignée de 120 Ah se calculent comme suit, dans des conditions de charge flottante et de charge rapide, pour:

Utilisation de charge flottante (floating) uniquement: $Q = 0,05 \times 24 \times 1 \times 120 \times 0,001 = 0,144 \text{ m}^3/\text{h}$ par chaîne ou 288 l/h total

Utilisation dans des conditions de charge rapide $Q = 0,05 \times 24 \times 8 \times 120 \times 0,001 = 1,15 \text{ m}^3/\text{h}$ par chaîne ou 2 300 l/h total

7.3 Ventilation naturelle

L'apport d'air de ventilation doit être assuré de préférence par ventilation naturelle, sinon par ventilation forcée (artificielle).

Les locaux ou enveloppes contenant des batteries nécessitent, dans des conditions de ventilation naturelle, une entrée et une sortie d'air avec une zone d'ouverture libre minimale calculée avec la formule suivante:

$$A = 28 \times Q$$

où

Q est le débit d'air frais (m^3/h);

A est la zone libre d'ouverture d'entrée et de sortie d'air (cm^2).

NOTE Pour les besoins de ce calcul, on estime la vitesse de l'air à 0,1 m/s.

L'entrée et la sortie d'air doivent être situées au meilleur emplacement possible pour créer les meilleures conditions d'échange d'air, avec:

- ouvertures sur des parois opposées,
- distance de séparation minimale de 2 m lorsque les ouvertures sont sur la même paroi.

Les batteries équipées de systèmes d'évacuation de gaz hydrogène basés sur la récupération du gaz par des couvercles ou des conduits ne sont couvertes par aucune norme relative aux produits, aux essais ou à la sécurité. En conséquence, les provisions de la présente norme et en particulier de l'Article 7 concernant la ventilation du local ou de l'armoire où les batteries sont installées, sont vivement recommandées.

7.4 Ventilation forcée

Lorsqu'un apport d'air adéquat Q ne peut pas être obtenu par ventilation naturelle et qu'une ventilation forcée est mise en place, le chargeur doit être enclenché avec le système de ventilation ou une alarme doit être mise en marche lorsque l'apport d'air nécessaire, pour le mode de charge choisi, n'est pas assuré.

L'air extrait de la salle des batteries doit être expulsé dans l'atmosphère à l'extérieur du bâtiment.

7.5 Modes de charge

Le mode de charge habituel des batteries stationnaires est celui en courant constant / tension constante (pour les caractéristiques IU, voir Annexe A.3.).

Lorsque d'autres méthodes de charge que celles présentant des caractéristiques IU ou U dans les limites spécifiées au Tableau 1 sont utilisées, il faut que l'apport d'air Q pour la ventilation soit dimensionné en fonction du courant maximal de sortie du chargeur. Lorsqu'un matériel de charge avec caractéristique à pente est utilisé, alors le courant de fin de charge égal à 25 % du courant assigné du chargeur doit être utilisé pour le calcul des exigences de ventilation.

NOTE Un chargeur avec caractéristique à pente est un chargeur à résistance constante dont le courant diminue lorsque la tension augmente en raison de l'augmentation de la charge de la batterie.

7.6 Surcharge en conditions de défaut

Il peut exister d'autres circonstances, par exemple mauvais fonctionnement du chargeur ou emballement thermique, dans lesquelles la batterie peut produire du gaz en quantité supérieure à celle prévue par la conception de la ventilation. Il faut prendre des précautions d'ordre électrique contre tout mauvais fonctionnement du chargeur ou un emballement thermique, par exemple en abaissant la tension de charge en dessous de la tension de circuit ouvert ou par une coupure automatique de l'alimentation du chargeur. Sinon, il convient que la ventilation soit calculée pour correspondre au courant maximal disponible provenant du chargeur.

7.7 Proximité d'une batterie

A proximité d'une batterie, la dilution des gaz explosifs n'est pas toujours assurée. C'est pourquoi il faut observer une distance de sécurité à travers l'air dans laquelle les dispositifs à étincelles ou incandescents (température maximum de surface 300 °C) sont interdits. La dispersion des gaz explosifs dépend du débit d'échappement du gaz et de la ventilation à proximité de la source d'échappement. Pour le calcul de la distance de sécurité d par rapport à la source d'échappement, la formule suivante s'applique sur la base d'une dispersion hémisphérique du gaz. La distance de sécurité d peut également être tirée du diagramme de la Figure B.1. Pour les informations détaillées concernant le calcul de la distance de sécurité, voir l'Annexe B.

$$d = 28,8 \times \sqrt[3]{I_{\text{gaz}}} \times \sqrt[3]{C_{\text{rt}}} \text{ mm}$$

où

I_{gaz} est le courant produisant du gaz (mA par Ah);

C_{rt} est la capacité assignée (Ah).

NOTE La distance de sécurité exigée d peut être obtenue en utilisant une cloison entre la batterie et le dispositif produisant des étincelles.

Lorsque les batteries font partie intégrante du système d'alimentation, par exemple dans un système ASI, la distance de sécurité d peut être réduite conformément aux calculs ou mesures de sécurité des fabricants des matériels. Il faut que le niveau de débit d'air de ventilation assure qu'il n'y a pas de risque d'explosion en maintenant la teneur en hydrogène dans l'air en dessous de 1 %_{vol} plus une marge de sécurité à la source potentielle d'allumage.

Lorsque les gaz s'échappent d'une batterie monobloc avec n éléments par un orifice unique ou ouverture de couvercle ou conduit, alors la valeur de la capacité utilisée pour le calcul de la distance de sécurité à partir de cette ouverture doit être $C_{\text{rt}} = n \times C_{\text{rt}}$ batterie monobloc.

7.8 Prévention des décharges électrostatiques lors des travaux sur batteries

On doit veiller à ne pas porter de vêtements et de chaussures pouvant créer des charges électrostatiques (voir également le 9.2 f)).

Uniquement des chiffons en coton humectés d'eau doivent être utilisés pour le nettoyage des batteries. D'autres instruments de nettoyage, liquides ou aérosols conduiraient à la création de charge électrostatique ou endommageraient le couvercle et le boîtier de la batterie.

8 Disposition contre les risques liés à l'électrolyte

8.1 Electrolyte et eau

L'électrolyte utilisé dans les accumulateurs au plomb est une solution aqueuse d'acide sulfurique. L'électrolyte utilisé dans les accumulateurs au NiCd est une solution aqueuse d'hydroxyde de potassium. Uniquement de l'eau distillée ou déminéralisée doit être utilisée pour compléter le niveau de l'électrolyte de l'élément.

8.2 Vêtements de protection

Pour éviter des blessures à la suite d'éclaboussures d'électrolyte au cours de manipulations d'électrolyte et/ou d'éléments ou d'accumulateurs ouverts, on doit porter des vêtements de protection, tels que:

- lunettes ou masques de protection,
- gants et tabliers de protection.

Dans le cas d'éléments d'accumulateurs à soupapes ou étanches, on doit porter au minimum des lunettes et des gants de protection.

8.3 Contact accidentel et « premier secours »

8.3.1 Généralités

Les électrolytes alcalins et acides provoquent des brûlures des yeux et de la peau.

Une source d'eau claire, provenant du robinet ou d'un réservoir stérile dédié, doit être mise à disposition à proximité de la batterie pour éliminer les éclaboussures d'électrolyte sur les parties du corps.

8.3.2 Contact avec les yeux

En cas de contact accidentel avec de l'électrolyte, les yeux doivent être immédiatement baignés dans une grande quantité d'eau pendant longtemps. Dans tous les cas, un avis médical doit être immédiatement obtenu.

8.3.3 Contact avec la peau

En cas de contact accidentel de la peau avec l'électrolyte, les parties touchées doivent être lavées à grande eau ou avec une solution neutralisante adéquate. Si l'irritation de la peau persiste, un avis médical doit être obtenu.

8.4 Accessoires de batteries et outils de maintenance

Les matériaux utilisés pour les accessoires, les étagères ou les enveloppes de batterie et les composants à l'intérieur des locaux abritant des batteries doivent résister aux effets chimiques de l'électrolyte ou être protégés contre ceux-ci.

Si de l'électrolyte est renversé, il faut éliminer les liquides rapidement de toutes les surfaces avec un matériau absorbant et neutralisant.

Les outils de maintenance, tels que les entonnoirs, les hydromètres, les thermomètres, qui entrent en contact avec l'électrolyte doivent être dédiés soit aux accumulateurs au plomb, soit aux accumulateurs NiCd-et ne doivent pas être utilisés à d'autres fins.

9 Emplacement, logement

9.1 Généralités

Les batteries doivent être placées dans des emplacements protégés. Si nécessaire, on doit prévoir des locaux de service électrique ou des emplacements verrouillés pour matériels électriques.

On peut choisir parmi les différents emplacements suivants:

- locaux séparés pour les batteries à l'intérieur des bâtiments,
- zone spécialement séparée dans un local de service électrique,
- armoires ou enveloppes à l'intérieur ou à l'extérieur de bâtiments,
- compartiments de batterie dans des appareils.

On doit tenir compte des facteurs suivants pour le choix de l'emplacement:

- a) protection contre les risques extérieurs, par exemple: feu, eau, chocs, vibrations, parasites,
- b) protection contre les risques générés par les batteries, par exemple haute tension, risques d'explosion, risques liés à l'électrolyte, corrosion et effets de courant de fuite à la terre,
- c) protection contre l'accès par du personnel non autorisé,
- d) protection contre les influences d'environnement extrême par exemple température, humidité, contamination aérienne.

9.2 Exigences spécifiques aux locaux séparés pour batteries

En fonction du type et de la taille des batteries, les exigences suivantes doivent s'appliquer lorsqu'on utilise un local séparé pour des batteries:

- a) Le sol doit être conçu pour absorber la charge de la batterie. Une marge doit être prise en compte pour des extensions ultérieures.
- b) L'installation électrique doit être réalisée conformément aux normes applicables à la mise en œuvre des installations électriques à l'intérieur des bâtiments.
- c) Si l'accès est limité au personnel autorisé, il faut que les portes puissent être verrouillées et qu'elles soient de type anti-panique. Une porte anti-panique doit battre vers l'extérieur. La porte ne doit pouvoir être verrouillée que de l'extérieur. De l'intérieur, la porte doit s'ouvrir facilement au moyen d'un mécanisme d'urgence.
- d) Lorsqu'on utilise des batteries ouvertes, le sol doit être imperméable et résister chimiquement à l'électrolyte ou bien les éléments de batterie doivent être placés dans des bacs adaptés.
- e) La ventilation doit être conforme au 7.2. L'air ventilé doit être expulsé dans l'atmosphère à l'extérieur du bâtiment.
- f) La zone du sol pour une personne debout à portée de main de la batterie (voir CEI 60364-4-41 et égale à 1,25 m) doit permettre la dissipation électrostatique pour empêcher l'accumulation de charge électrostatique. La résistance par rapport à un point pouvant être relié à la terre mesurée selon la CEI 61340-4-1 doit être inférieure à 10 MΩ. Le personnel doit porter des chaussures antistatiques pendant les opérations de maintenance sur l'installation de batterie.

Réciproquement, il faut que le sol offre une résistance suffisante R pour la sécurité du personnel. C'est pourquoi, la résistance du sol par rapport à un point pouvant être relié à la terre lorsqu'elle est mesurée selon la CEI 61340-4-1 doit être comme suit:

- pour une tension nominale de batterie ≤ 500 V. $50 \text{ k}\Omega \leq R \leq 10 \text{ M}\Omega$.
- pour une tension nominale de batterie > 500 V. $100 \text{ k}\Omega \leq R \leq 10 \text{ M}\Omega$.

9.3 Exigences spécifiques pour les zones spécialement séparées à l'intérieur des locaux abritant des appareils électriques

Toutes les exigences pour l'emplacement des batteries décrites en 9.2 doivent être satisfaites et de plus les mesures suivantes doivent être prises:

- a) Lorsque la défaillance d'un élément peut être à l'origine d'un renversement d'électrolyte, il faut contenir ce renversement par des bacs de retenue adaptés pour contenir l'électrolyte d'au moins un élément ou une batterie monobloc.
- b) Des signalisations d'avertissement et d'interdiction conformes au 11.1 doivent être apposées à proximité de la batterie.
- c) Il faut prendre des mesures pour la protection contre les chocs électriques conformément à l'Article 4 et des dispositions contre les risques d'explosion conformes à l'Article 7.
- d) En dépit du système d'air conditionné à l'intérieur du bâtiment, les exigences de ventilation doivent être satisfaites conformément à 7.2. L'alimentation minimale en air frais doit correspondre à l'apport d'air de ventilation Q .

9.4 Enveloppes de batteries

On peut choisir une enveloppe de batterie pour les raisons suivantes:

- pour éviter la pose de câbles provenant d'un autre emplacement de batterie,
- pour fournir une unité fonctionnelle complète à l'intérieur d'une même enveloppe,
- pour la protection contre les risques extérieurs,
- pour la protection contre les risques générés par la batterie,
- pour la protection contre l'accès par du personnel non autorisé,
- pour la protection contre les influences d'environnement externes.

Les exigences suivantes doivent s'appliquer lorsqu'on place des batteries à l'intérieur d'une enveloppe:

- On doit assurer une ventilation adéquate conformément à l'Article 7 pour empêcher la formation d'une concentration explosive en hydrogène.
- Des précautions doivent être prises pour éviter la formation, conformément à 7.6, d'une concentration explosive en hydrogène également dans des conditions de défaut du matériel.
- Le sol (ou l'étagère le cas échéant) doit être conçu pour absorber la charge des batteries.
- Les cloisons à l'intérieur de l'enveloppe réduisent l'efficacité de la ventilation et augmentent donc aussi la température de la batterie. Cette dégradation de performance doit être évaluée au moment de la conception de l'enveloppe.
- La distance entre les éléments ou les batteries monobloc doit assurer l'apport d'air de refroidissement adéquat et ne doit pas être inférieure à 5 mm.
- L'intérieur de l'enveloppe doit montrer une résistance chimique adéquate contre les effets de corrosion de l'électrolyte.
- L'enveloppe doit empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux parties dangereuses.
- L'enveloppe doit permettre un accès adéquat pour la maintenance en utilisant des outils normaux.
- L'enveloppe doit empêcher que des courants de fuite à la terre se développent par l'action de fuite d'électrolyte.

9.5 Travaux sur ou à proximité des batteries

9.5.1 Distances de travail à l'intérieur des locaux contenant des batteries

Un espace de travail adéquat est nécessaire pour permettre le contrôle, la maintenance et le changement des éléments.

Pour permettre une évacuation d'urgence, un itinéraire d'évacuation sans obstacle d'une largeur minimale de 600 mm doit être maintenu à tout moment. Pour une batterie de tension nominale supérieure à 120 V en courant continu, une largeur telle que définie en 6.3 doit être maintenue.

NOTE Pour permettre de placer des matériels temporaires sur le chemin d'accès, il est recommandé que l'itinéraire d'évacuation soit plus large. Cette augmentation de la largeur peut être fondée sur le matériel qui sera utilisé ou être égale à 1,5 fois la largeur de l'élément ou à 1 200 mm, en l'absence de toute autre information.

9.5.2 Remarques concernant les travaux spéciaux dans les locaux contenant des batteries

Les travaux sur des batteries ou à l'intérieur de la distance de sécurité (selon le 7.7) avec des matériels de soudage ou de brasage, des meuleuses ou des outils similaires doivent être réalisés uniquement par du personnel qui a été expressément informé des dangers potentiels encourus. Il faut faire attention à la distance parcourue par les étincelles.

Avant de réaliser un tel travail, il faut déconnecter les batteries du matériel de charge. Le mélange de gaz potentiellement explosif à l'intérieur d'éléments d'accumulateurs ouverts ou de batteries monobloc doit être retiré de l'espace en tête des éléments avec un jet d'air, d'azote gazeux ou tout gaz inerte similaire.

9.6 Installation d'accumulateurs au plomb et au Ni-Cd dans un même local

Les accumulateurs au plomb et au nickel-cadmium ou nickel-hydrure métallique doivent de préférence être placés dans des locaux séparés. Lorsque les deux types d'accumulateurs sont situés dans le même local, des précautions doivent être prises pour éviter de mélanger les outils de maintenance et la contamination croisée de l'électrolyte et de l'eau utilisée pour remise à niveau.

10 Exigences pour le courant de charge

Pour les méthodes de charge et les modes de fonctionnement, se reporter à l'Annexe A.

10.1 Courant d'ondulation superposé

Le courant d'ondulation dans la batterie est généré uniquement par le chargeur et/ou la charge. Lorsqu'on détermine l'interaction du courant d'ondulation entre le chargeur et la batterie, on doit également tenir compte de la charge. Le courant d'ondulation produit de la chaleur à l'intérieur des éléments et doit être maintenu au niveau le plus faible possible.

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

où

I_{eff} est la composante alternative efficace du courant de charge (r.m.s.);

n est le nombre entier;

k est le nombre de fréquences harmoniques;

I_n est le courant alternatif efficace (ac) à chaque fréquence harmonique (r.m.s.).

A tout moment, la composante continue du courant de charge flottante doit avoir une valeur positive et se situer dans la plage type comprise entre 0,1 mA et 1,0 mA par capacité assignée de 1 Ah.

10.2 Courant d'ondulation maximal

Il convient que la composante alternative efficace superposée du courant de charge I_{eff} (valeur efficace) soit limitée, dans des conditions de charge flottante et de charge rapide, aux valeurs spécifiées dans le Tableau 2.

Des valeurs plus élevées du courant d'ondulation alternatif affecteront la vie des batteries par la chaleur générée.

Le courant efficace I_{eff} peut être mesuré avec une pince ampère-métrique en courant alternatif ou similaire.

Tableau 2 – Limite supérieure recommandée du courant d'ondulation alternatif circulant à travers l'accumulateur comme courant I_{eff} par capacité assignée de la batterie de 100 Ah

I_{eff}	Accumulateurs au plomb	Accumulateurs au NiCd	Ni-MH
charge flottante	5 A	20 A	10 A
charge rapide	10 A	20 A	10 A

11 Etiquettes d'identification, avertissements et instructions pour l'utilisation, l'installation et la maintenance

11.1 Etiquettes et indications d'avertissement dans les locaux

D'après la série ISO 3864, a minima les étiquettes ou indications suivantes, affichées à l'extérieur, doivent permettre d'identifier un local contenant des batteries:

- "Tension dangereuse", si la tension de la batterie est > 60 V en courant continu;

- indications d'interdiction de "Feu, flammes nues interdites, défense de fumer";
- indication d'avertissement de "Local contenant un accumulateur, une batterie" pour indiquer l'électrolyte corrosif, les gaz explosifs, les tensions et les courants dangereux.

11.2 Etiquettes ou marquage d'identification sur des éléments et des batteries monoblocs

L'étiquette ou le marquage d'identification doivent être fixés de manière durable sur chaque élément, batterie monobloc ou ensemble de batteries et doivent contenir toutes les informations exigées par les normes de batteries correspondantes.

Pour les besoins de la maintenance et de la sécurité, chaque élément, batterie monobloc ou ensemble de batteries doit être identifié facilement et sans équivoque par l'application des numéros et/ou lettres de l'élément ou de la batterie.

11.3 Instructions pour l'utilisation, l'installation et la maintenance

Les instructions suivantes doivent être fournies avec la batterie et affichées à proximité de celle-ci:

- a) Nom du fabricant ou du fournisseur.
- b) Référence du type fabricant ou fournisseur.
- c) Tension nominale de la batterie.
- d) Capacité nominale ou assignée de la batterie y compris les caractéristiques applicables.
- e) Nom de l'installateur.
- f) Date de mise en service.
- g) Recommandations de sécurité et instructions pour l'installation, l'utilisation et la maintenance.
- h) Informations concernant la mise au rebut et le recyclage.

Ces instructions doivent être formulées de façon à être facilement comprises également par le personnel de maintenance et d'utilisation dont la langue maternelle est différente de la langue dans laquelle sont rédigées les instructions.

12 Transport, stockage, mise au rebut et aspects d'environnement

12.1 Emballage et transport

L'emballage et le transport des batteries d'accumulateurs sont traités dans différents règlements nationaux et internationaux et doivent prendre en considération les dangers de courts-circuits accidentels, de masse lourde et le déversement d'électrolyte. Les règlements internationaux suivants servent d'exemple pour le transport et l'emballage en toute sécurité de marchandises dangereuses en fonction de la zone géographique et du mode de transport utilisé:

- a) Route:
Accord européen pour le transport international de matières dangereuses par la route (ADR)
- b) Chemin de fer (international):
Convention internationale concernant le transport de matière par chemin de fer (CIM)
Annexe A: Réglementations internationales concernant le transport de matières dangereuses par chemin de fer (RID)
- c) Mer
Organisation Maritime Internationale, Code des matières dangereuses
IMDG Code 8 Class 8 corrosive

d) Air:

Association Internationale de Transports Aériens (IATA), Réglementation des matières dangereuses

12.2 Démontage, mise au rebut et recyclage des batteries

Le démontage et la mise au rebut des batteries stationnaires doivent être réalisés uniquement par du personnel compétent.

Les règlements nationaux et internationaux applicables doivent être suivis.

13 Contrôle et surveillance

Pour des raisons de fonctionnement et de sécurité, un contrôle régulier de la batterie et de son environnement d'utilisation est nécessaire.

Conformément aux exigences du fabricant, le contrôle doit comprendre une vérification:

- du réglage de la tension du chargeur de la batterie,
- de la température de la batterie,
- du courant flottant,
- des tensions d'élément individuel ou de batterie monobloc,
- de la gravité spécifique (SG) et du niveau d'électrolyte, le cas échéant,
- de la propreté et de l'absence de fuites d'électrolyte,
- de l'étanchéité ou du couple des éléments et des connecteurs, si nécessaire,
- flux d'air de ventilation.

Si un essai de capacité est effectué, les méthodes d'essai suivantes s'appliquent:

- accumulateur au plomb, type ouvert: CEI 60896-11, 13,
- accumulateur au plomb, type étanche à soupapes: CEI 60896-21, 6.11,
- accumulateur NiCd, type ouvert: CEI 60623, 4.2,
- accumulateur NiCd, type de recombinaison partielle: CEI 62259, 7.2,
- accumulateur NiCd, type ouvert: CEI 60622, 4.2.

La CEI/TR 62060 donne des informations utiles pour la surveillance des batteries stationnaires au plomb.

Annexe A (informative)

Méthodes de charge et modes de fonctionnement

A.1 Mode de fonctionnement parallèle

A.1.1 Généralités

Le mode de fonctionnement parallèle fournit une alimentation continue sans interruption à l'utilisation. La Figure A.1 montre le circuit principal du mode de fonctionnement parallèle.

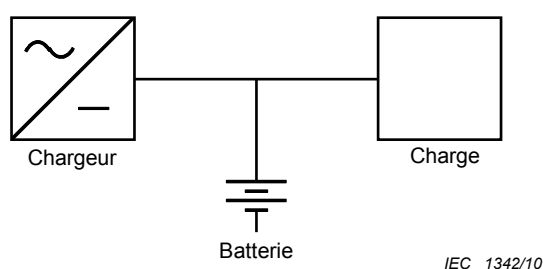


Figure A.1 – Circuit pour mode de fonctionnement parallèle

A.1.2 Fonctionnement de batteries en mode veille

Dans le mode de fonctionnement en veille, la batterie est raccordée à une alimentation en courant continu avec une régulation de la tension pour alimenter instantanément en CC la charge au cas où une panne de courant de l'alimentation principale empêcherait la capacité d'alimentation de la source CC. Dans un système ASI, le courant continu fourni par la batterie circule dans un onduleur qui à son tour fournit le courant alternatif approprié.

La batterie est alors en charge permanente dans des conditions de charge de tension flottante. Les tensions de charge flottante applicables sont visibles dans le Tableau A.1.

Tableau A.1 – Tensions de charge flottante pour accumulateurs au plomb et au Ni-Cd

Type d'accumulateur	Pb ^a	NiCd
Valeurs types V/élément	2,18-2,30	1,36-1,45

^a en fonction de la densité de l'électrolyte.

A.1.3 Fonctionnement de batteries en mode tampon

Dans le mode de fonctionnement tampon, la batterie est raccordée à une alimentation en CC avec une régulation de la tension afin de fournir instantanément une puissance supplémentaire à la charge au cas où la capacité d'alimentation du courant de la source du courant CC est dépassée par la demande de la charge. Ceci peut survenir à différents intervalles de temps variant de quelques secondes à plusieurs minutes et durant quelques ms à des minutes.

La batterie est alors chargée uniquement lorsque l'alimentation en CC peut fournir une puissance excédentaire par rapport à celle nécessaire à l'utilisation.

La Figure A.2 montre le courant de charge de la batterie entrelacé par des décharges temporaires fréquentes lorsque le courant de consommation dépasse le courant de charge de l'alimentation.

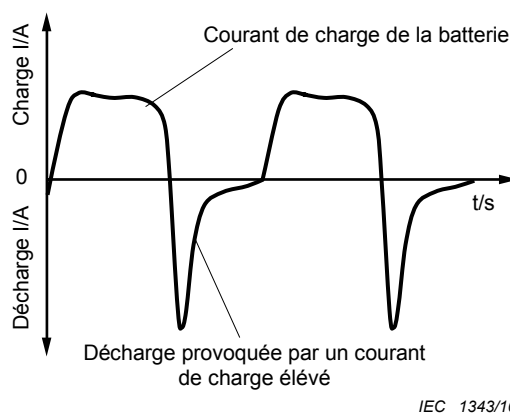


Figure A.2 – Courant de charge de la batterie entrelacé par des événements de décharge temporaire fréquents dus à un courant d'utilisation dépassant la capacité d'alimentation du courant

Pour compenser l'inévitable perte de capacité dans le mode de fonctionnement tampon, une charge rapide régulière ou une charge permanente élevée est nécessaire. La durée de vie calendaire d'une batterie sous le mode de fonctionnement tampon est généralement significativement inférieure à celle du mode de fonctionnement en veille.

A.1.4 Mode de fonctionnement en cyclage à faible profondeur de décharge

Dans le mode de fonctionnement en cyclage à faible profondeur de décharge, la batterie est soumise à de fréquentes décharges dont la profondeur varie de environ 5 % à 30 % suivies par une recharge la plupart du temps avec la tension flottante. La durée de vie en service de la batterie dans ces conditions est déterminée principalement par le nombre et la profondeur des cycles de décharge.

A.2 Mode de fonctionnement réponse

Le mode de fonctionnement réponse fournit une alimentation continue de puissance avec ou sans interruption lorsque la batterie est raccordée à la charge. La batterie est en charge flottante en permanence mais normalement déconnectée du circuit de charge. La Figure A.3 montre le circuit principal du mode de fonctionnement réponse.

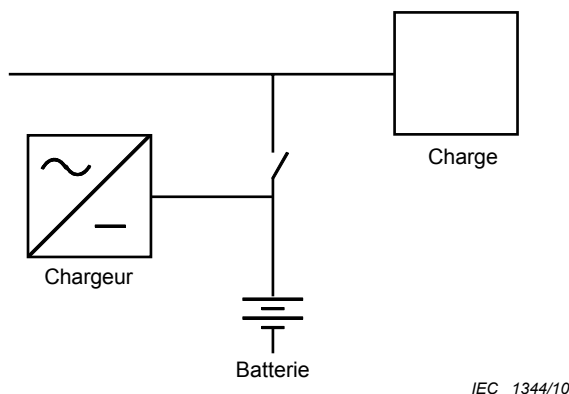


Figure A.3 – Circuit de fonctionnement du mode de réponse

A.3 Méthodes de charge

Les méthodes de charge utilisées doivent recharger les accumulateurs dans le temps spécifié par l'application.

Trois profils de charge de base sont connus et appliqués suivant le type de batterie et les conditions de service. Ces profils sont

- a) charge à courant constant I ,
- b) charge à tension constante U ,
- c) charge à résistance constante R (charge à pente).

Dans la pratique la plupart des combinaisons de ces caractéristiques sont utilisées.

Le profil de charge le plus fréquemment utilisé est le mode appelé IU ou CC-CV avec une limitation du courant (I/CC) en place jusqu'à ce que la tension atteigne le niveau préréglé, suivi par la charge continue à une tension constante (U/CV) qui est normalement la tension de charge flottante (voir Figures A.4 et A.5).

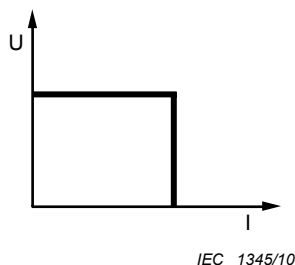


Figure A.4 – Profil de charge IU ou CC-CV

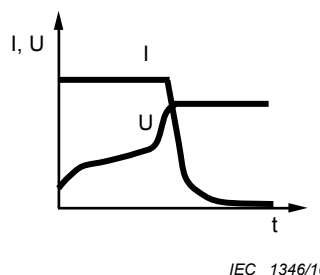


Figure A.5 – Profil du courant I et de la tension U dépendant du temps

Pour réduire le temps nécessaire pour une recharge complète de l'accumulateur, on utilise parfois une charge à deux niveaux de tensions (IU_1U_2). Dans la première phase de charge à tension constante, la tension est réglée, pour un temps défini, au niveau de la tension de charge rapide (U_1) suivi par la deuxième phase avec la charge flottante (U_2) pour une durée indéterminée.

Le Tableau A.2 montre les niveaux de tension types à 20 °C.

Tableau A.2 – Niveaux de tension de charge types à 20 °C

		Accumulateurs au plomb Éléments ouverts	Accumulateurs au plomb Éléments VRLA	Accumulateurs Ni-Cd éléments ouverts
U_1	rapide	2,33 V – 2,45 V/élément	2,40 V/élément	1,40 V – 1,65 V/élément
U_2	flottante	2,18 V – 2,25 V/élément	2,23 V – 2,30 V/élément	1,36 V – 1,45 V/élément

Si la recharge n'a lieu qu'occasionnellement avec U_1 (par exemple mensuellement), se référer au courant de charge flottante du 7.2, lors du calcul de l'apport d'air de ventilation.

A.4 Compensation de la température de la tension de charge

La compensation de la température de tension de charge peut être bénéfique lorsque la température de l'accumulateur s'écarte de la température ambiante assignée de 20 °C ou 25 °C. Cette compensation améliore la recharge à basse température et réduit le courant flottant et la production de chaleur à des températures élevées de l'accumulateur. Pour plus d'information au sujet de la compensation de la tension, on doit consulter le fabricant d'accumulateur.

Annexe B (informative)

Calcul de la distance de sécurité d pour protéger contre les risques d'explosion

B.1 Généralités

A proximité de la source d'échappement d'un élément ou d'une batterie, la dilution des gaz explosifs n'est pas toujours assurée. C'est pourquoi il faut observer une distance de sécurité d à travers l'air dans laquelle les flammes, les étincelles, les arcs ou dispositifs incandescents (température maximale de surface 300 °C) sont interdits. La dispersion des gaz explosifs dépend du débit d'échappement du gaz et de la caractéristique de ventilation à proximité de la source d'échappement.

La distance minimale de sécurité d peut être estimée en calculant les dimensions d'un volume donné V_z de gaz potentiellement explosifs autour de la source d'échappement, où la concentration en hydrogène se situe en-dessous de la concentration assurant la sécurité du seuil limite d'explosion (LEL).

B.2 Estimation du volume de l'hypothèse V_z

Le débit de ventilation minimal théorique pour amener le gaz inflammable (hydrogène) à une concentration inférieure au seuil limite d'explosion (LEL) peut être calculé avec la formule:

$$\left(\frac{dV}{dt} \right)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times \text{LEL}} \times \frac{T}{293} \quad (\text{voir la CEI 60079-10-1, B.4})$$

où

$dV/dt_{\min}$ est le débit volumétrique minimal d'air frais nécessaire pour diluer les gaz (m^3/s);

$dG/dt_{\max}$ est le débit maximal d'échappement de gaz (kg/s);

LEL est le seuil limite d'explosion le plus faible (4%_{vol} pour hydrogène) (kg/m^3);

k est le facteur de sécurité appliqué au LEL; $k = 0,25$ est choisi pour la dilution de l'hydrogène;

T est la température ambiante ($293 \text{ K} = 20 \text{ °C}$) (K).

Le volume V_z représente le volume au-dessus duquel la concentration moyenne en gaz inflammable sera de 0,25 fois LEL. Ceci signifie qu'aux extrémités du volume d'hypothèse, la concentration de gaz sera inférieure de manière significative à LEL, c'est à dire que le volume d'hypothèse pour que la concentration soit supérieure à LEL serait inférieur à V_z .

B.3 Facteurs de correction

Avec un nombre donné d'échanges d'air par unité de temps, c , par rapport à la ventilation générale, le volume d'hypothèse V_z de l'atmosphère potentiellement explosive autour de la source d'échappement peut être estimé comme suit:

$$V_z = \left(\frac{dV}{dt} \right)_{\min} / c$$

où

c est le nombre d'échanges d'air frais par unité de temps (s^{-1}).

La formule donnée ci-dessus convient pour un mélange instantané et homogène à la source d'échappement dans des conditions idéales de flux d'air frais. En pratique, les conditions idéales sont rares. C'est pourquoi on introduit un facteur de correction f pour l'efficacité de la ventilation.

$$V_z = f \times \left(\frac{dV}{dt} \right)_{\min} / c$$

où f est le facteur d'efficacité de ventilation, indiquant l'efficacité de la ventilation en termes d'efficacité à diluer l'atmosphère explosible, f allant de 1 (idéal) à typiquement 5 (flux d'air entravé). Pour les installations de batteries, le facteur d'efficacité de ventilation est $f = 1,25$.

B.4 Calcul de la distance de sécurité d

Le terme $\left(\frac{dV}{dt} \right)_{\min}$ y compris tous les facteurs de sécurité correspond à l'apport d'air horaire de ventilation Q (en m^3/h) pour les batteries d'accumulateurs calculé selon 7.2.

$$Q = f \times \frac{dV}{dt}$$

$$Q = 0,05 \times (N) \times I_{\text{gaz}} \times C_{\text{rt}} \times 10^3 \text{ (m}^3/\text{h) (voir Note)}$$

Cet apport horaire d'air de ventilation Q peut être utilisé pour définir un volume d'hypothèse. En prenant l'hypothèse d'une dispersion hémisphérique de gaz, un volume d'hémisphère $V_z = 2/3 \pi d^3$ peut être défini, où d est la distance de sécurité par rapport à la source d'échappement.

Ceci donne la formule de calcul pour la distance de sécurité d , où $c = 1$ échange d'air par h dans l'hémisphère:

$$d^3 = \frac{3}{2\pi} \times 0,05 \times 10^6 \times (N) \times I_{\text{gaz}} \times C_{\text{rt}} \text{ (mm}^3\text{)}$$

La Figure B.1 montre la distance de sécurité d en fonction de la capacité assignée pour divers courants flottants.

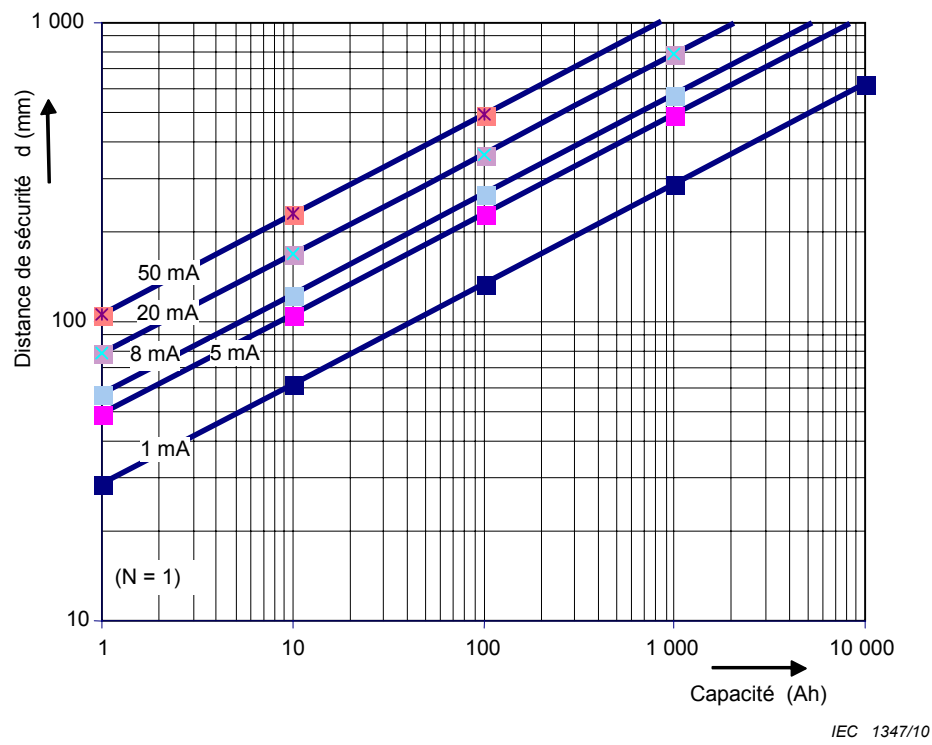


Figure B.1 – Distance de sécurité d en fonction de la capacité assignée pour différents courants de charge I (mA/Ah)

Bibliographie

CEI 60050-482:2004, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

CEI 60065, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

CEI 60079-10-1:2008, *Atmosphères explosives – Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses*

CEI 60364-1, *Installations électriques à basse tension – Part 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

CEI 60364-4-42, *Installations électriques des bâtiments – Part 4-42: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les effets thermiques*

CEI 60364-5-54, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Mises à la terre, conducteurs de protection et conducteurs d'équipotentialité de protection*

CEI 60364-7-706, *Installations électriques basse tension – Part 7-706: Exigences pour les installations ou emplacements spéciaux – Enceintes conductrices exigües*

CEI 60449, *Domaines de tensions des installations électriques des bâtiments*

CEI 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60990, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

CEI/TS 61201, *Utilisation des tensions limites conventionnelles de contact – Guide d'application*

CEI/TS 61438, *Risques potentiels pour la santé et la sécurité liés à l'emploi des accumulateurs alcalins – Guide à l'usage des fabricants d'équipements et des utilisateurs*

CEI 62060, *Accumulateurs – Systèmes de surveillance des batteries d'accumulateurs au plomb stationnaires – Guide d'application*

EN 14458, *Equipement de protection des yeux*

EN 20345, *Equipement de protection individuelle – Chaussures de sécurité*

EN 50091-1-2, *Alimentations sans interruption (ASI) – Partie 1-2: Prescriptions générales et règles de sécurité pour les ASI utilisables dans des locaux d'accès restreint*

EN 50178, *Equipement électronique utilisé dans les installations de puissance*

Directive 2006/66/CE, *Batteries et accumulateurs contenant certaines substances dangereuses*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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