

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Railway applications – Rolling stock –
Batteries for auxiliary power supply systems –
Part 1: General requirements**

**Applications ferroviaires – Matériel roulant –
Batteries pour systèmes d'alimentation auxiliaire –
Partie 1: Exigences générales**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Railway applications – Rolling stock –
Batteries for auxiliary power supply systems –
Part 1: General requirements**

**Applications ferroviaires – Matériel roulant –
Batteries pour systèmes d'alimentation auxiliaire –
Partie 1: Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 45.060.01

ISBN 978-2-8322-5459-2

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and abbreviated terms	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Abbreviated terms.....	11
4 General requirements	12
4.1 Definitions of components of a battery system, see Figure 1 (images are examples)	12
4.2 Definitions of battery type	12
4.3 Environmental conditions	12
4.4 System requirements	13
4.4.1 System voltage	13
4.4.2 Charging requirements	15
4.4.3 Discharging requirements	16
4.4.4 Charge retention (self-discharge).....	18
4.4.5 Requirements for battery capacity sizing.....	18
4.5 Safety and protection requirements.....	19
4.5.1 General	19
4.5.2 Deep discharge of batteries	19
4.5.3 Temperature compensation during charging	19
4.6 Fire protection	20
4.7 Maintenance	20
4.8 Charging characteristics.....	20
5 Mechanical design of battery system	20
5.1 General.....	20
5.2 Interface mechanism.....	20
5.2.1 General.....	20
5.2.2 Fixed type.....	20
5.2.3 Roller type.....	21
5.2.4 Slide type	23
5.3 Location of battery system on the vehicle.....	24
5.4 Accessibility to the battery	24
5.5 Ventilation of battery box	24
6 Electrical interface.....	25
6.1 General.....	25
6.2 External electrical connections interface	25
7 Markings.....	26
7.1 Safety signs	26
7.1.1 Outside the box	26
7.1.2 Tray, crate or other places inside the box	26
7.1.3 Cells or monoblocs	26
7.2 Nameplate	26
7.2.1 Battery box	26
7.2.2 Nameplates on tray, crate, module or other nameplates inside the box.....	27

7.2.3	Cells or monoblocs	27
8	Storage and transportation conditions.....	27
8.1	Transportation	27
8.2	Storage of batteries	27
9	Testing	27
9.1	General.....	27
9.2	Type test.....	28
9.2.1	General	28
9.2.2	Electrical characteristic tests	28
9.2.3	Dielectric test	28
9.2.4	Load profile test.....	28
9.2.5	Shock and vibration test	28
9.3	Routine test	29
9.3.1	General	29
9.3.2	Visual checks	29
9.3.3	Dielectric test	29
9.3.4	Electrical characteristics tests	29
Annex A	(informative) Examples of typical load profiles for emergency operation.....	30
A.1	Example of load profile – High speed train (Figure A.1)	30
A.2	Example of load profile – Regional train / EMU (Figure A.2).....	30
Annex B	(normative) Load profile verification	31
B.1	General.....	31
B.2	General methodology.....	31
B.3	Battery sizing documentation	32
B.4	Operational verification (load profile test).....	32
B.5	Test report	32
Annex C	(informative) Example of functions during load profile	34
Bibliography		35
Figure 1	– Definition of cell(s), monobloc battery, crate, tray, and box	12
Figure 2	– Example of discharge curves at various constant discharge currents based on percentage of capacity	14
Figure 3	– Examples of charge curves	14
Figure 4	– Interfaces between battery and battery charging system	15
Figure 5	– Example of load profile for emergency back-up for auxiliaries (train not moving).....	17
Figure 6	– Example of load profile during normal operation such as rail gaps (driving without battery charging).....	17
Figure 7	– Example of fixed solution without tray	21
Figure 8	– Example of fixed solution with tray	21
Figure 9	– Example of roller solution with folding beams	22
Figure 10	– Example of roller solution with roller bearings	23
Figure 11	– Example of slide solution.....	24
Figure 12	– Typical schematic of an electrical interface of a battery system	25
Figure A.1	– Example of load profile for high speed train (without starting up segment)	30
Figure A.2	– Example of load profile for regional train / EMU (without starting up segment)	30

Table 1 – Operating range of the equipment supplied by the battery system	13
Table 2 – Requirements of the charging characteristics	15
Table 3 – Parameters and responsibility for battery capacity sizing	19
Table C.1 – Examples of functions during different steps of load profile	34

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62973-1:2018

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –
BATTERIES FOR AUXILIARY POWER SUPPLY SYSTEMS –****Part 1: General requirements****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 62973-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

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

FDIS	Report on voting
9/2362/FDIS	9/2386/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62973 series, published under the general title *Railway applications – Rolling stock – Batteries for auxiliary power supply systems*, can be found on the IEC website.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62973-1:2018

INTRODUCTION

This document considers general requirements for all rechargeable battery technologies.

Details of each battery technology are described in other parts as follows:

Part 2: Nickel Cadmium (NiCd) batteries

Part 3: Lead Acid (LA) batteries

Future parts: Other battery technologies, such as Nickel metal hydride (NiMH), Lithium ion (Li-ion), etc.

In this document the interface with a battery charger is specified and the battery charger itself is out of scope.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62973-1:2018

RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK – BATTERIES FOR AUXILIARY POWER SUPPLY SYSTEMS –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 62973 applies to various rechargeable battery technologies for auxiliary power supply systems used on rolling stock.

This document applies to any rolling stock types (e.g. light rail vehicles, tramways, streetcars, metros, commuter trains, regional trains, high speed trains, locomotives, etc.).

This document focuses on:

- the description of electrical interfaces for the following battery nominal voltages: 24 V, 32 V, 36 V, 48 V, 64 V, 72 V, 87 V, 96 V, 110 V;
- the description of electrical interfaces: considering battery load profile and battery capacity sizing parameters (e.g. operating voltage range and charging characteristics).

This document with the other parts of the standard is used in conjunction with other related IEC standards for auxiliary equipment used for railway rolling stock applications.

The main objective of this document is to achieve standardization of the electrical interfaces by considering various battery parameters in order to allow for calculating the battery capacity required for a specific load profile for the various battery technologies as detailed in the other parts of the standard.

2 Normative references

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

IEC 60077-1, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*

IEC 61373:2010, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration test*

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

IEC 62498-1:2010, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 1: Equipment on board rolling stock*

IEC 62847, *Railway applications – Rolling stock – Electrical connectors – Requirements and test methods*

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

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

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

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

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

NOTE All typical battery related descriptions are defined in IEC 60050-482.

3.1.1

battery crate

container with frame walls for holding several cells or batteries

Note 1 to entry: See 4.1 and Clause 5.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004/AMD1:2016, 482-05-10, modified – Note 1 to entry has been added.]

3.1.2

battery tray

container with a base and walls for holding several cells or batteries

Note 1 to entry: See 4.1 and Clause 5.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004/AMD1:2016, 482-02-35, modified – Note 1 to entry has been added.]

3.1.3

cell

basic functional unit, consisting of an assembly of electrodes, electrolyte, container, terminals and usually separators, that is a source of electric energy obtained by direct conversion of chemical energy

[SOURCE: IEC 60050-482:2004/AMD1:2016, 482-01-01, modified – Note has been deleted.]

3.1.4

monobloc battery

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

Note 1 to entry: The cells in a monobloc battery can be connected in series or in parallel.

Note 2 to entry: See 4.1.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-17, modified – Note 2 to entry has been added.]

3.1.5

rated capacity <of the battery>

C_n

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

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15]

3.1.6

state of charge

SOC

remaining capacity to be discharged, normally expressed as a percentage of the full battery rated capacity as expressed in relevant standards

Note 1 to entry: Practical definitions of SOC are dependent upon chosen technologies.

3.1.7

depth of discharge

DOD

capacity removed from a battery during discharge in relation to its full rated capacity expressed as a percentage

Note 1 to entry: It is the complement of SOC.

Note 2 to entry: As one increases, the other decreases by the same amount.

Note 3 to entry: Practical definitions of DOD are dependent upon chosen technologies.

3.1.8

ageing factor

quantitative factor expressing the degradation in the ability of the battery, due to usage, to deliver electrical energy under specified operating conditions such as, but not limited to, operating ambient temperature, cycling considering depth of discharge (DOD), and maintenance practices

3.1.9

battery module

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

3.1.10

battery system

battery

system that also includes battery tray(s), battery crate(s), monobloc(s), battery module(s), electronic components and/or equipment and associated electromechanical connections

Note 1 to entry: This is a general definition. A more precise definition can be detailed for each battery technology in the parts of the series if necessary.

3.1.11

end user

organization which operates the battery system

Note 1 to entry: The end user is normally an organization which operates the vehicle equipped with the battery system, unless the responsibility is delegated to a main contractor or consultant.

3.1.12

system integrator

organization which has the technical responsibility of the complete battery system and charging system

Note 1 to entry: The system integrator can be the end user or the train manufacturer, or none of them.

3.1.13

manufacturer

organization which has the technical responsibility for its scope of supply

Note 1 to entry: The manufacturer can be the train builder or the system integrator of a battery system, a cell manufacturer, etc. If necessary to explicitly distinguish, "train manufacturer", "battery system manufacturer" or "cell manufacturer" is expressed.

3.2 Abbreviated terms

AC	Alternating Current
C_n	Capacity at the n-hour rate
CCTV	Closed-Circuit Television
DC	Direct Current
DOD	Depth Of Discharge
EMU	Electrical Multiple Unit
FEA	Finite Element Analysis
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning
LRU	Line Replaceable Unit
NTC	Negative Temperature Coefficient (temperature sensor)
PT 100	Temperature Sensor, Type PT 100
PT 1000	Temperature Sensor, Type PT 1000
SOC	State Of Charge

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62973-1:2018

4 General requirements

4.1 Definitions of components of a battery system, see Figure 1 (images are examples)

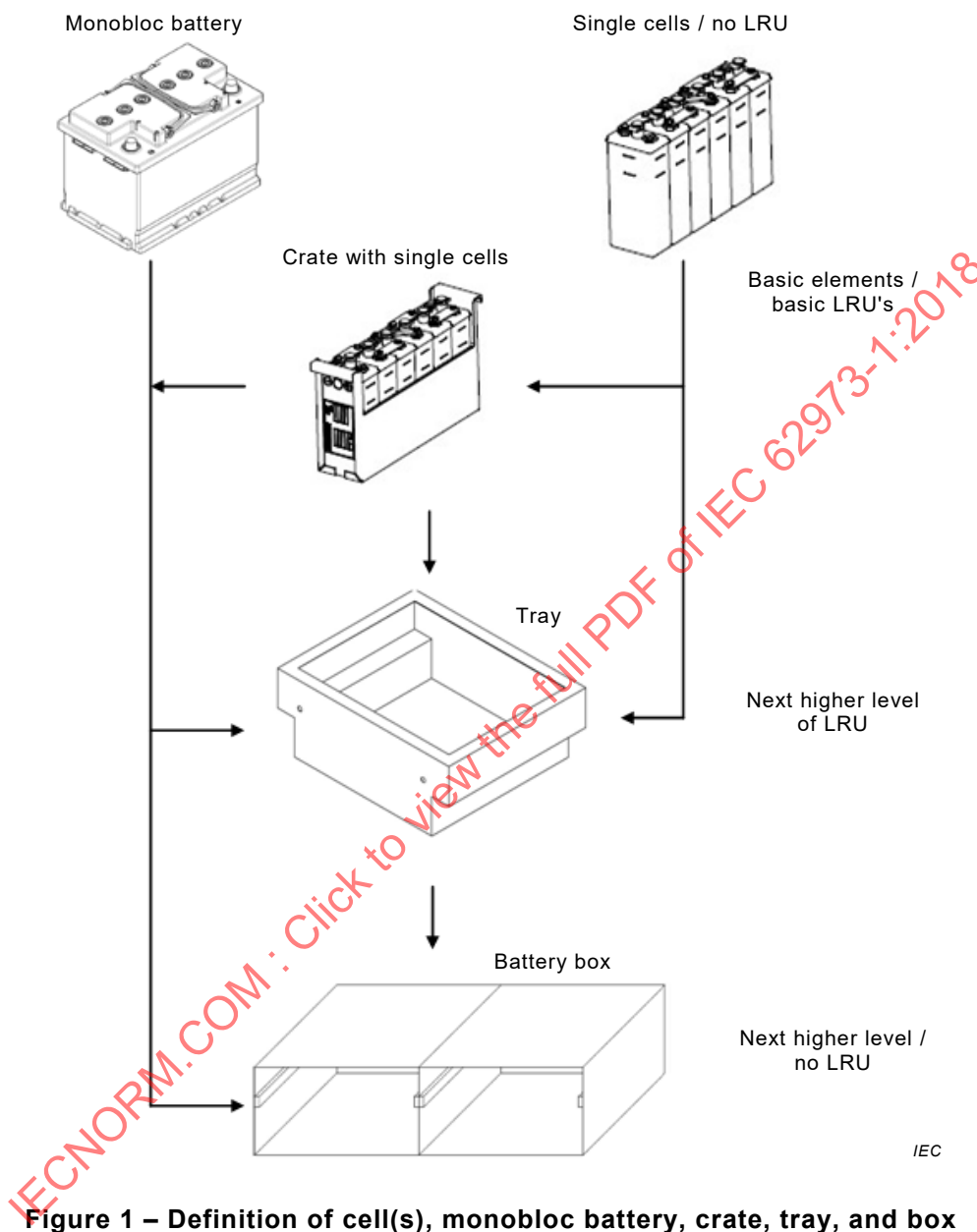


Figure 1 – Definition of cell(s), monobloc battery, crate, tray, and box

Some batteries may not include all of the above components, e.g. single cells may be installed in a tray without crates. Some battery technologies may include further components (e.g. module) in the parts of this standard series if necessary.

4.2 Definitions of battery type

Refer to the relevant part of this standard series for the battery technology.

4.3 Environmental conditions

The battery has to ensure an appropriate function at the given requirements, but with respect to lifetime and chargeability and discharge performance, the battery should not be operated above or below the maximum or minimum operating temperature range of the respective battery technology.

The battery cells/ monoblocs in the battery box shall be protected against direct solar radiation, heat sources, rain, pollution, snow, hail and sandstorm.

- Temperature conditions:
 - ambient battery temperature: according to IEC 62498-1:2010, Table 2
Deviations may be agreed between end user and / or system integrator and cell / battery manufacturer.
 - transport and storage: –30 °C to 70 °C
Deviations may be agreed between end user and / or system integrator and cell / battery manufacturer.
- Humidity: according to IEC 62498-1:2010, 4.4
Deviations may be agreed between end user and / or system integrator and cell / battery manufacturer.
- Shock and vibration: according to IEC 61373:2010, 11.3
- Dielectric properties: according to IEC 60077-1
- Altitude: according to IEC 62498-1:2010, 4.2

4.4 System requirements

4.4.1 System voltage

The low voltage supply network has to allow operation of the connected equipment within the minimum and maximum limits of the voltage range according to Table 1.

The battery nominal voltages are given only to identify or classify the system voltage equipment types and should not be considered as equipment operating voltages or off-load battery voltages. The number of cells in a battery can vary depending on the operating conditions and battery load profile as long as the minimum and maximum equipment operating voltage range is respected. The charging voltage for the battery is dependent on the number of cells, temperature, and its technology.

Table 1 – Operating range of the equipment supplied by the battery system

Battery nominal voltage V	Minimum voltage at equipment V	Maximum voltage at equipment V
24	17 ^a / 16,8	34 ^a / 30
32	23 ^a	42,5 ^a
48	34 ^a / 33,6	68 ^a / 60
64	46 ^a	85 ^a
72	50,4	90
87	60,9 ^b	108,8 ^b
96	67,2	120
110	77	137,5
NOTE Values are based on IEC 60077-1.		
^a IEEE 1476 (North America) – Refer to Bibliography.		
^b JIS E 5004-1 (Japan) – Refer to Bibliography.		

The battery nominal voltages and the discharge voltages are different. As an example, the following Figure 2 shows typical discharges of a cell at different constant discharging currents (shown in multiples of C_n or multiples of I_n , C_n and I_n are related, e.g. 0,2 C_5 is equivalent to I_5) that vary by battery technology. Typical discharge curves (discharge voltages relative to

discharge capacities based on constant current discharges) with corresponding temperature are provided for each battery technology in this standard series.

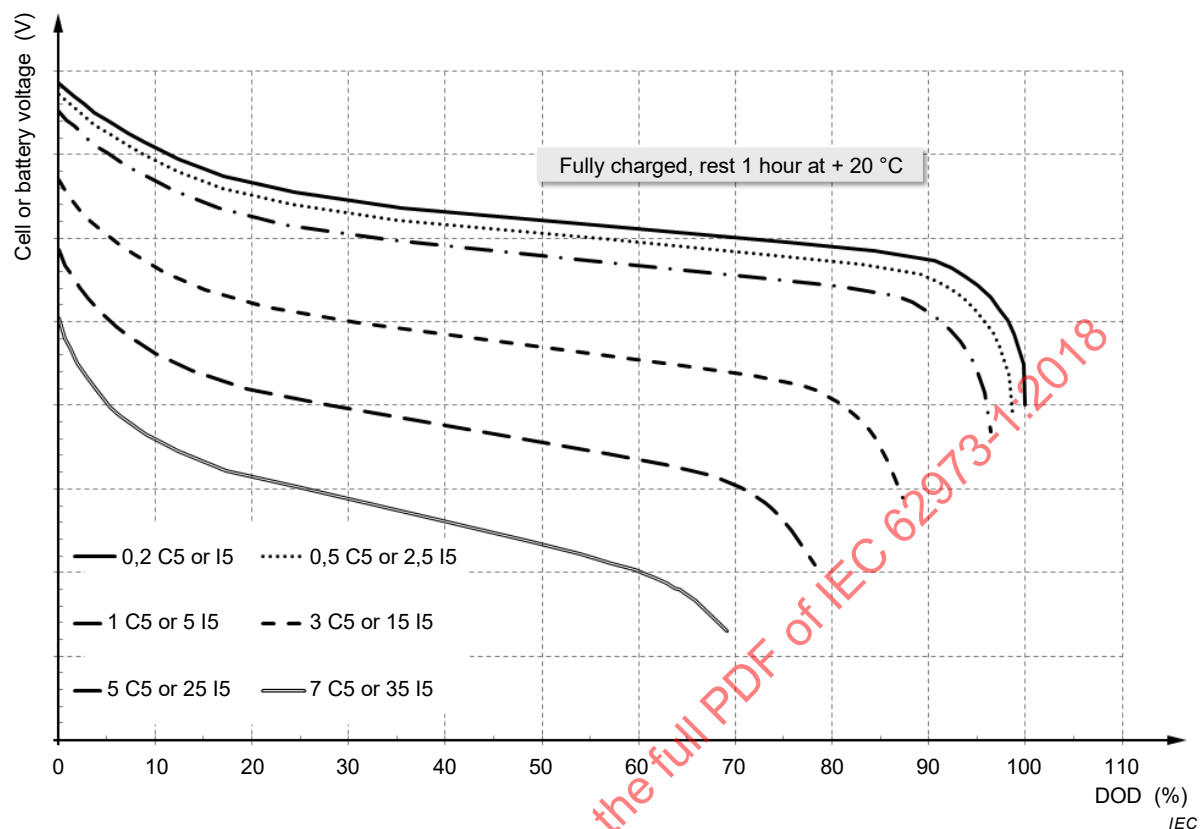


Figure 2 – Example of discharge curves at various constant discharge currents based on percentage of capacity

The following example, Figure 3a shows a typical charge of a cell at constant charging current at $0,2 C_5$ (equivalent to I_5) for the initial phase followed by Figure 3b constant charging voltage for the last phase by battery technology. Typical charging methods (charge voltages relative to capacities) with corresponding temperature are provided for each battery technology in this standard series. Charging curves shall be available from battery manufacturers.

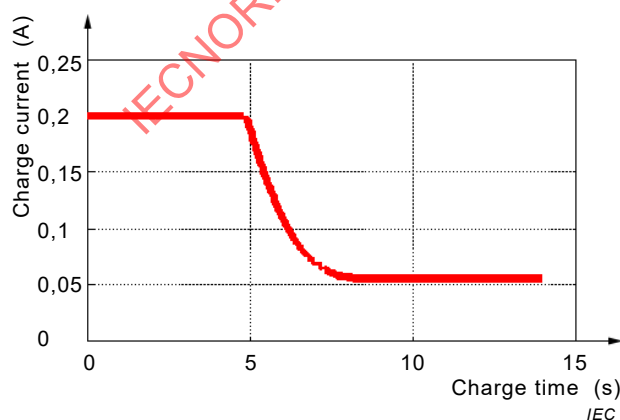


Figure 3a – Example of charge current rate curve

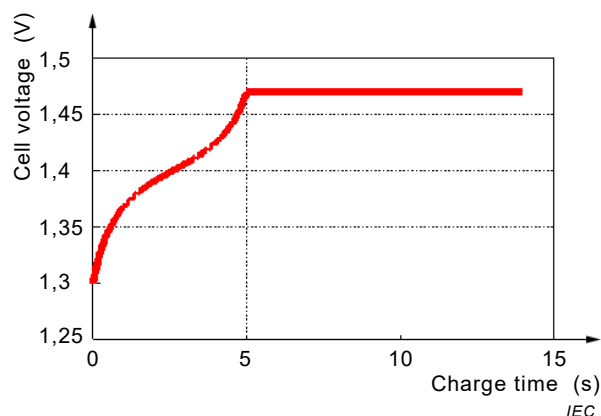


Figure 3b – Example of charge voltage curve

Figure 3 – Examples of charge curves

The interface system between battery charging system and battery as shown in Figure 4 consists of:

- 1) Battery voltage sensing and regulation: maximum ± 1 % tolerance (see (1) in Figure 4).
- 2) Temperature data acquisition (2a), including wiring (2b) to the sensor (3) typically, better than $\pm 2,5$ K tolerance (equivalent to $\pm 0,5$ % of ideal charging voltage).
- 3) Temperature sensor (3): maximum tolerance ± 2 K for the specified temperature range (equivalent to $\pm 0,4$ % of ideal charging voltage) preferably attached to the battery, minimum one sensor per battery system (see (3)). The choice of the temperature sensor shall be agreed between the system integrator and the suppliers of the battery and battery charging system. In case where a PT 100 is used a 4-cable wiring or active sensing is necessary. Other typical sensors are available such as 2-wire PT 1000 or NTC (10 k Ω at 25 °C).
- 4) Position of the temperature sensor (3) within the battery compartment (4).
- 5) Cabling between battery and battery charger: part of system integration in the train (5).

The accuracy of the charging system is to be checked:

- a) for a defined temperature range of less than 80 K,
- b) at the battery charger interface.

The system integrator shall check if and how the effect of the wiring needs to be compensated, considering voltage drop in the power cables and resistance in the temperature sensor wires.

The impact of the sensor wiring depends on the type of temperature sensor, data acquisition system and/or location of the voltage sensor. If there are significant influences, it is possible to compensate these influences in the battery charger control system upon agreement between the system integrator and the manufacturer of the battery charging system.

With the recommended temperature sensors, the influence of the wiring resistance on the temperature acquisition can be neglected.

4.4.3 Discharging requirements

4.4.3.1 General

There are different discharging requirements for batteries while in service or storage:

- load profile (emergency back-up for auxiliaries and/or during normal operation such as neutral section or power gaps);
- off line discharge when power is not present;
- low and high temperature discharging requirements;
- self-discharge.

The above discharging requirements are described in the following subclauses.

4.4.3.2 Load profile

Load profile to be considered shall be defined in agreement between the end user, system integrator, and cell or battery manufacturer. The load profile needs to be clearly identified if it is for the entire train along with the number of batteries supporting it or per vehicle equipped with the battery.

Examples of two different types of load profiles are as follows:

- emergency back-up for auxiliaries (see Figure 5 showing a 1 to 5 step load profile),

- during normal operation such as neutral section or power gaps (see Figure 6 showing a 1 to 2 step load profile).

To optimize the battery sizing, the load profile shall be represented by three types of loads; constant power load (W), resistive load (Ω), and constant current load (A) that may happen at the same time for each discharge time interval. Sometimes not all three types of loads are present.

Examples of load profiles for emergency operation for high speed trains and regional trains are shown in Figure A.1 and Figure A.2.

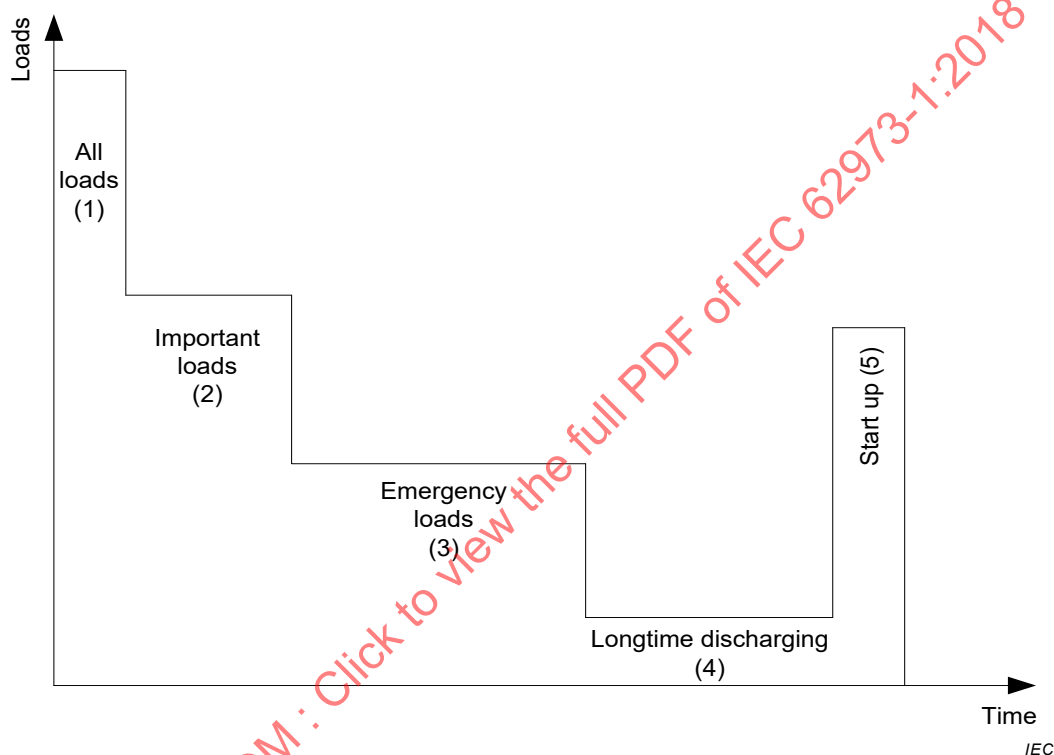


Figure 5 – Example of load profile for emergency back-up for auxiliaries (train not moving)

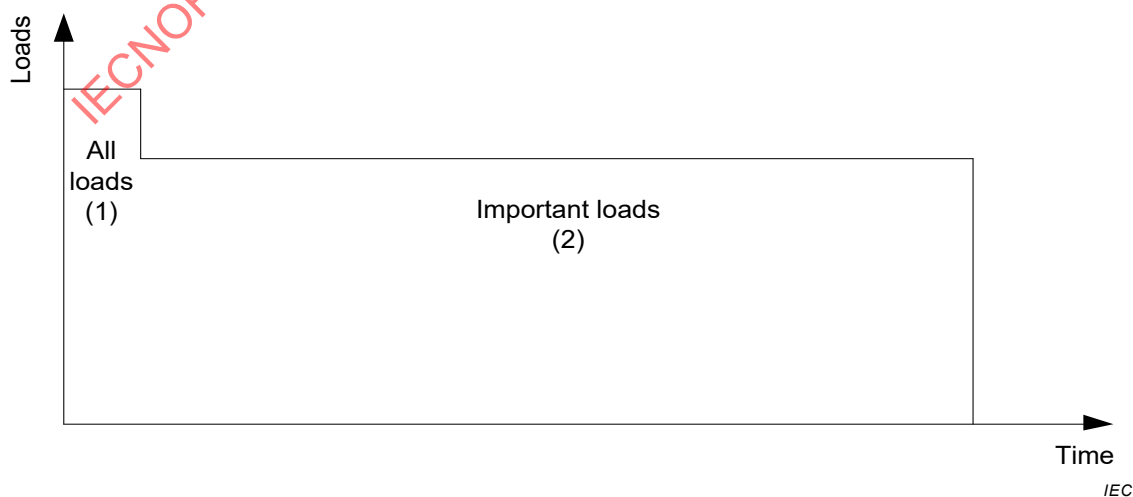


Figure 6 – Example of load profile during normal operation such as rail gaps (driving without battery charging)

4.4.3.3 Extended discharge time

Extended discharge time is a small discharge load beyond the normal emergency load profile period. For example, a discharge time longer than one day with a defined battery consumption. Such discharge cannot entirely be excluded. The amount of this discharge load as well as the discharge time should be specified by the end user and system integrator.

The battery shall be able to withstand the extended discharge without permanent damage. Each battery technology in the parts of the series shall define the parameters such as reconditioning to recover the battery performances after this extended discharge if required.

4.4.3.4 Low or high temperature performance

The admissible battery temperature should be the average low or high temperature of the city or region as identified by websites such as www.weatherbase.com or as agreed by the customer. At this temperature, the charged battery shall still be able to supply the load profile as specified by the end user.

In addition, no permanent damage shall occur at this temperature.

4.4.4 Charge retention (self-discharge)

Normally batteries have a self-discharge, a lowering of the battery available capacity, while in storage that is also affected by temperature. Each battery technology in the parts of the series should provide the self-discharge characteristics or other effects while in storage for a period of time and temperature. This lowered available capacity due to self-discharge is normally reversible by a recharge as specified by the battery manufacturer.

For storage of batteries, see 8.2.

4.4.5 Requirements for battery capacity sizing

The train manufacturer or system integrator shall define the following parameters:

- discharging requirements per load profile (see 4.4.3),
- capacity reserve for future loads or safety,
- battery ambient temperature range in emergency condition (in agreement with the end user),
- voltage drop from battery to equipment (loads) due to cable length and size or minimum voltage at battery terminal

$$V_{\text{battery}} = V_{\text{equipment}} + V_{\text{drop}}$$

where

V_{battery} is the voltage at the battery terminal;

$V_{\text{equipment}}$ is the voltage at the equipment (Table 1: at least the minimum voltage);

V_{drop} is the voltage drop in wiring between load and battery;

- repetitive discharge cycles including the number of discharges (per day, month, or year) and time duration.

The battery manufacturer shall define the following parameters:

- SOC according to the charging parameters (voltage, temperature compensation, etc.) and environmental conditions,
- ageing factor depending upon but not limited to the operating ambient temperature, cycling at the corresponding DOD, maintenance, and required lifetime.

The requirements for battery capacity sizing are specified according to Table 3. Each battery technology in the part of the series will need to establish a table with corresponding values.

Table 3 – Parameters and responsibility for battery capacity sizing

Parameters needed for battery sizing	Responsibilities of parameters to be provided
Load profile (W, Ω , A)	Provided by the system integrator
Low or high temperature for sizing to the load profile ($^{\circ}\text{C}$)	As specified by the train manufacturer or in conjunction with the end user
State of Charge (SOC) at 20 $^{\circ}\text{C}$ under float charging conditions (%)	Provided by the battery or cell manufacturer
Ageing factor (%)	Provided by the battery or cell manufacturer
Requested cycle capability (number of load profile cycles and time duration)	Specified by the end user
Useful battery life at an average annual operating temperature of approximately 20 $^{\circ}\text{C}$ under railway conditions (Years)	Provided by the battery or cell manufacturer

4.5 Safety and protection requirements

4.5.1 General

The battery tray or box should be able to retain electrolyte in case of battery leakage and also withstand corrosion from the electrolyte.

The cell vent plugs or the filling system, if applicable by the battery technology, should have flame arrestors in order to prevent an external flame or spark from entering the cells that can cause an internal explosion which can result in splashing of electrolyte.

The battery system shall have sufficient ventilation to avoid high and dangerous concentration of gases (see 5.5). The calculation of ventilation shall be done according to IEC 62485-2 requirements.

4.5.2 Deep discharge of batteries

Deep discharge of a battery means that more capacity (electrical energy) is discharged out of the battery than allowed, or more than defined in the discharge curves of the battery manufacturer. This may result in permanent damage, insufficient recharging of the battery capacity (reduced available capacity) or a lesser lifetime.

There are different methods to protect the batteries against deep discharge. It is suggested to use the following parameters as criteria for deep discharge protection. Curves showing the relationship between the current and the final discharge voltage should be available from the battery manufacturers;

- voltage,
- current,
- temperature,
- time.

Depending on the battery technology, it may not be necessary to have specific devices to protect the battery against deep discharge.

4.5.3 Temperature compensation during charging

The battery charging voltage should be temperature controlled. Temperature compensation is detailed for each battery technology in the parts of the series if applicable.

As a further measure, each battery technology in the parts of the series should consider the maximum or minimum operating temperature when charged if applicable.

In case of sensor failure, the battery charging system should temporarily use a safe default charging value for each battery technology in the parts of the series if applicable.

4.6 Fire protection

The fire protection requirements which include flammability resistance, smoke generation and toxicity limits shall be specified by the end user's specification for standard(s) applicable to each country.

4.7 Maintenance

Maintenance data for preventive maintenance and corrective maintenance shall be available on request from the battery manufacturer and detailed for each battery technology in the parts of the series if applicable. The maintenance frequency and commissioning of batteries if applicable depends on the end user practices and battery manufacturer's requirements.

4.8 Charging characteristics

Charging characteristics are to be selected in a way to ensure a high state of charge under normal operating conditions, and the lowest possible water consumption (if applicable), detailed for each battery technology in the parts of the series.

5 Mechanical design of battery system

5.1 General

The battery system can include one or more battery boxes, trays, crates, battery modules, or monobloc batteries. Refer to Clause 4.

There are three general aspects that distinguish the mechanical design of a battery system:

- interface mechanism (battery tray to battery box and battery box to vehicle),
- accessibility to the battery,
- location of battery system on the vehicle.

5.2 Interface mechanism

5.2.1 General

The three basic kinds of interface mechanisms of the battery trays to the battery box designs are as follows:

- fixed,
- roller,
- slide.

The interface of battery box to vehicle is normally bolted.

5.2.2 Fixed type

The battery trays can be bolted to battery box (Figure 8) that may have fork lift access or other ways of lifting to remove or install. The crates or monoblocs can be installed directly in battery boxes (Figure 7).

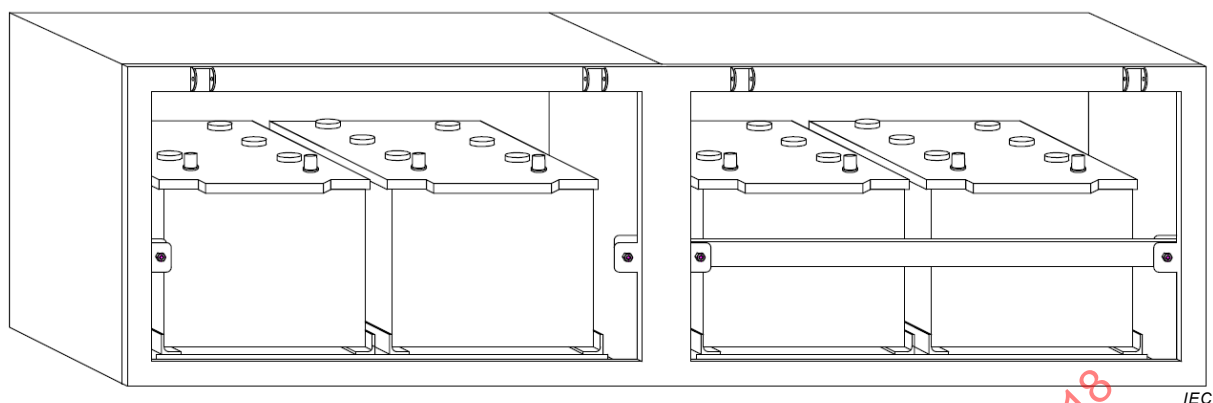


Figure 7 – Example of fixed solution without tray

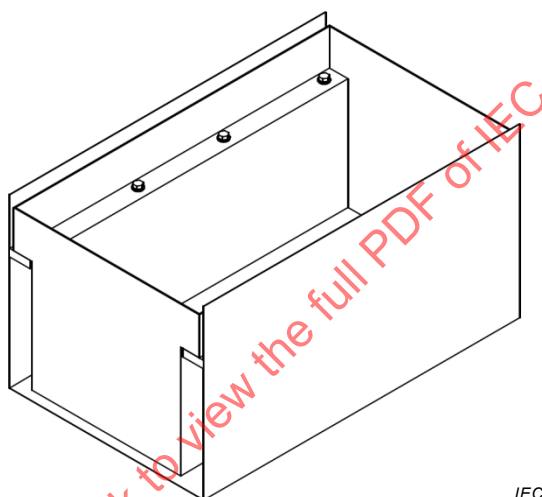
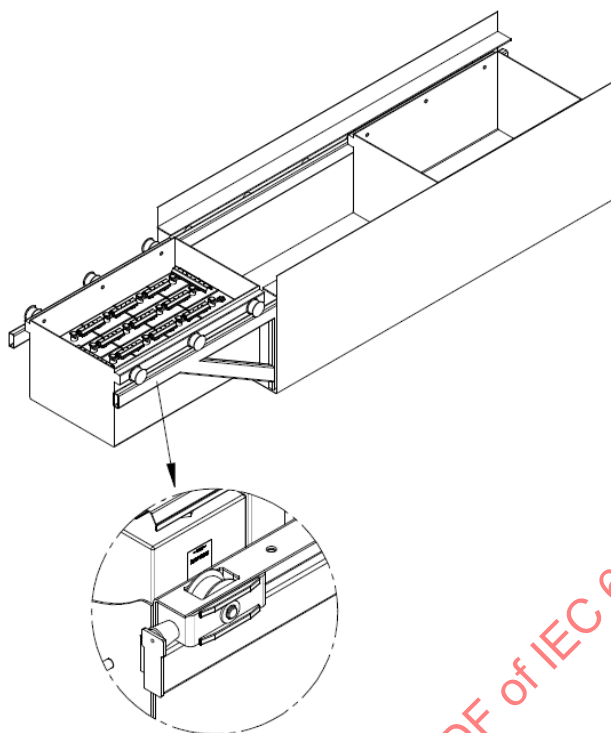


Figure 8 – Example of fixed solution with tray

5.2.3 Roller type

Battery trays with rollers are used for accessing the battery in two basic ways:

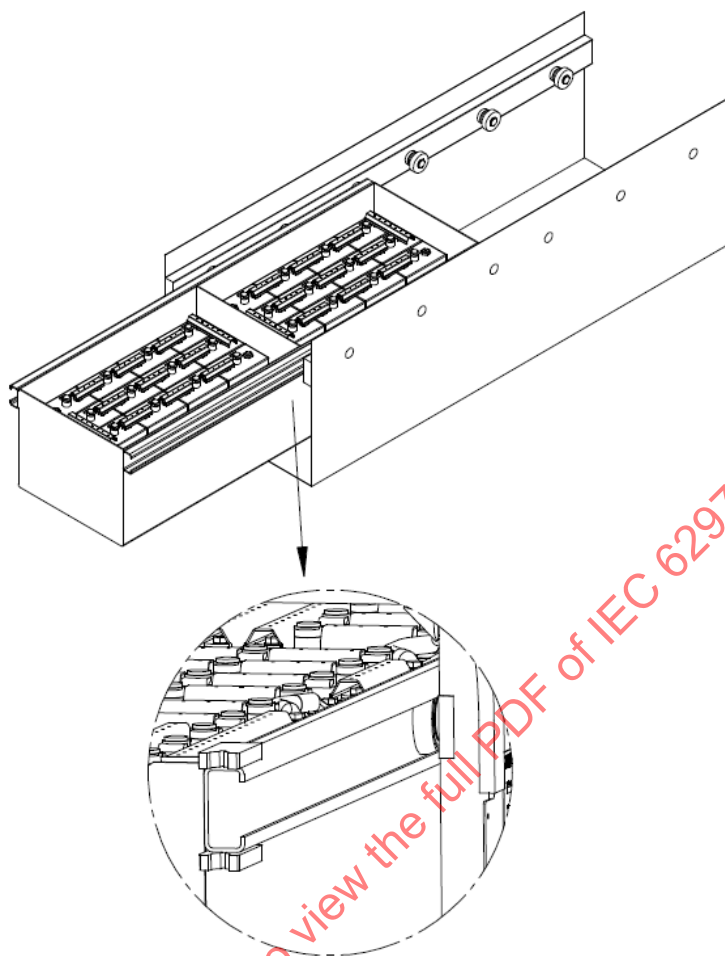
- with folding beams (rollers on the tray), see Figure 9,
- with roller bearings (rollers on the box or tray), see Figure 10.



IEC

Figure 9 – Example of roller solution with folding beams

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62973-1:2018



IEC

Figure 10 – Example of roller solution with roller bearings

5.2.4 Slide type

The battery trays with slides are used for accessing the battery using retractable sliders, see Figure 11.

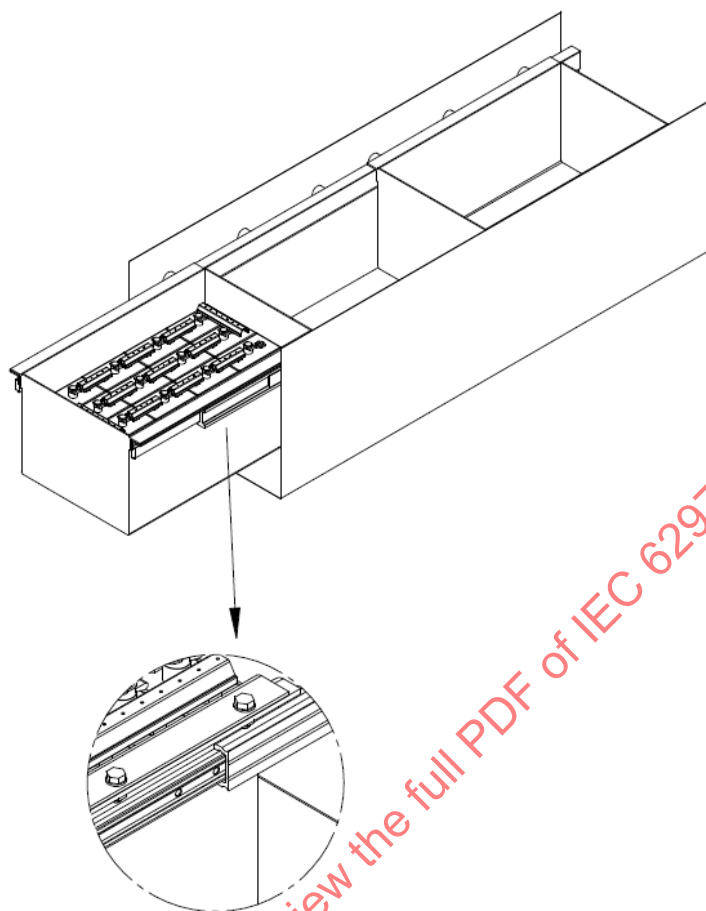


Figure 11 – Example of slide solution

IEC

5.3 Location of battery system on the vehicle

There are basically three locations of the battery system:

- on the roof,
- inside the vehicle (cabinets, racks),
- underfloor (low floor, high floor vehicles).

5.4 Accessibility to the battery

There are basically three kinds of access possibilities to the battery:

- top (accessibility from the top);
mounting on the roof or inside the vehicle,
- side (accessibility from one side);
mounting under the carbody or inside the vehicle,
- across (accessibility from both sides);
mounting under the carbody.

5.5 Ventilation of battery box

For batteries that generate gasses (e.g. during charging) sufficient ventilation are necessary in the battery box to avoid excessive accumulation of gasses. The air inlet and outlet

openings shall be arranged in such a way that sufficient air flow will be possible especially when the vehicle is stationary (e.g. in the maintenance shop). Natural ventilation is preferred.

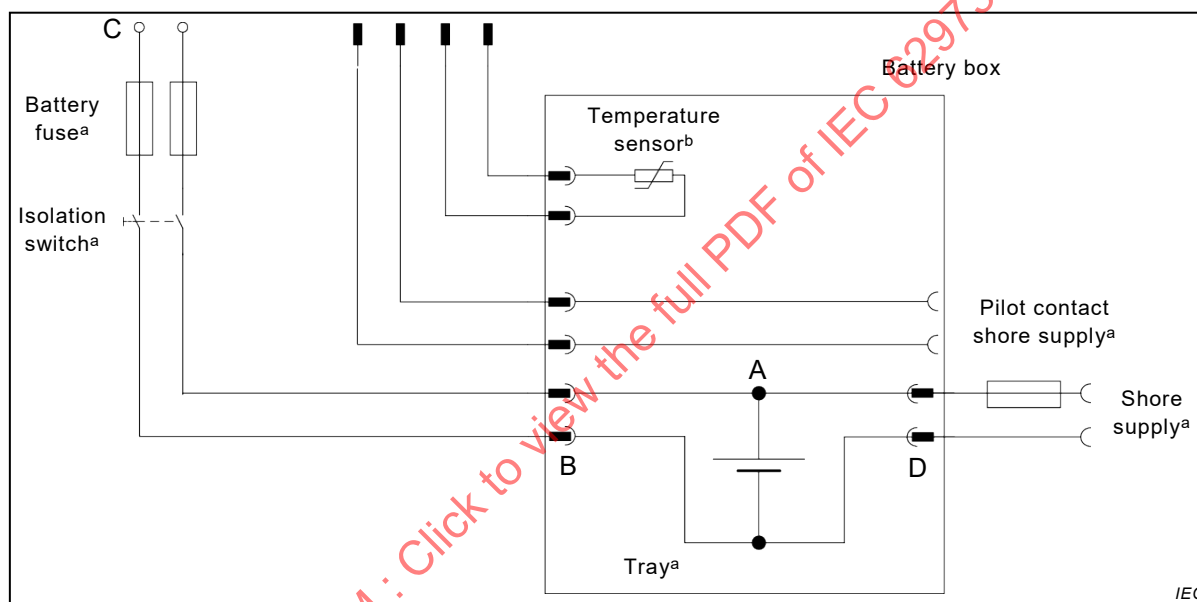
The location of the openings on the box depends on box installation location on the vehicle.

Refer to IEC 62485-2 for the dimensions of the openings and other requirements and also follow applicable local regulations.

6 Electrical interface

6.1 General

The following typical electrical interfaces are shown in Figure 12. The need for specific components will depend on each battery technology in the parts series or end user specification.



Key

- A Battery terminal (cell or monobloc)
- B Tray terminal
- C Main terminal (complete battery system)
- D Shore supply connector (also possible mounting directly on the tray)
- ^a If applicable
- ^b Preferred inside the tray, also possible mounting directly on the box

Figure 12 – Typical schematic of an electrical interface of a battery system

6.2 External electrical connections interface

Different external electrical connection designs may be used depending on the battery construction and requirements of the train manufacturer or system integrator:

- the design of the main terminal (interface between the vehicle on-board-system and the battery) depends on the project requirements and agreement between the end user, train manufacturer and battery manufacturer. A bolted connection or plug-in connectors (similar to the shore/wayside supply) can be used,
- the size and length of the terminal cables depend on the project requirements and have to be agreed between the end user, train manufacturer and battery manufacturer,

- plug-in connector for battery maintenance shop or shore/wayside supply or for connecting the battery tray to the battery box,
- plug-in connector(s) for sensing (temperature sensor, thermostat (over-temperature switch), pilot contact(s) for maintenance shop, etc.), refer to IEC 62847,
- the battery system shall be designed in such a way that the polarities of the positive and negative battery main terminals cannot be mixed up.

7 Markings

7.1 Safety signs

7.1.1 Outside the box

As a minimum, the following safety signs according to ISO 7010 shall be placed outside the battery box:

- Warning signs;
 - a) W012 – Warning; Electricity,
 - b) W026 – Warning; Battery charging,
- Prohibition sign;
 - c) P003 – No open flame; fire, open ignition source and smoking prohibited.

7.1.2 Tray, crate or other places inside the box

The following safety signs according to ISO 7010 should be considered to be placed inside the battery box. Additional requirements such as local rules are subject to agreement between the end user, train manufacturer or system integrator and battery manufacturer:

- Warning signs;
 - a) W012 – Warning; Electricity,
 - b) W026 – Warning; Battery charging,
 - c) W023 – Warning; Corrosive substance,
 - d) W002 – Warning; Explosive material.
- Prohibition sign;
 - e) P003 – No open flame; fire, open ignition source and smoking prohibited.
- Mandatory action signs;
 - f) M002 – Refer to instruction manual/booklet,
 - g) M004 – Wear eye protection,
 - h) M009 – Wear protective gloves,
 - i) M010 – Wear protective clothing.

If the safety signs are fixed on the tray or crate, the signs can be in black and white or colour.

7.1.3 Cells or monoblocs

The cell or monobloc batteries shall have markings as detailed for each battery technology in the parts of the series if applicable.

7.2 Nameplate

7.2.1 Battery box

The nameplate of the box shall include the following information:

- serial number,
- part number,
- weight,
- revision level (if applicable),
- name of manufacturer.

In some cases, in agreement between the end user and manufacturer, other information such as nominal voltage and rated capacity can be added.

7.2.2 Nameplates on tray, crate, module or other nameplates inside the box

The nameplate on each tray, crate, module or other nameplates inside the box shall be detailed for each battery technology in the parts of the series. In case of multiple trays, crates or modules, the numbering sequence and position should be given either on the trays or in the maintenance manual.

7.2.3 Cells or monoblocs

The nameplate, stamp, or label on the cells or monoblocs shall be detailed for each battery technology in the parts of the series.

8 Storage and transportation conditions

8.1 Transportation

Depending on the mode of transportation and local regulations there are different requirements to be followed.

8.2 Storage of batteries

For storage, batteries shall be placed indoors in a dry, clean, frost-free location. The battery shall not be exposed to direct sunlight. Storage details of each battery technology shall be specified in the battery manual.

9 Testing

9.1 General

The aim of the tests is to prove conformity with the relevant specification. It is recommended that the number of expensive tests is limited to those that are necessary for validation of the battery. Nevertheless, special requirements of railway environment and reliability have to be taken into account.

The following show typical test categories. Detailed test procedures and other test items are specified in the relevant part of the series.

The test procedure and the test parameters shall be specified by agreement between the end user, train manufacturer and battery manufacturer.

There are the following categories of tests:

- type test,
- routine test.

Previous type tests on the same battery type range should be acceptable for multiple projects.

9.2 Type test

9.2.1 General

The type test should include a shock and vibration test of the battery and a load profile test (load profile according to Annex A).

- By agreement between the end user, the train manufacturer or system integrator and the battery manufacturer the shock and vibration test can be replaced by a calculation, e.g. a finite element analysis (FEA).
- Instead of load profile test, a simulation by calculation from the battery manufacturer can be acceptable (see B.5).
- Other relevant tests shall be agreed between the end user, train manufacturer and battery manufacturer.

9.2.2 Electrical characteristic tests

Electrical characteristic tests shall have been carried out according to the relevant basic standards for each battery technology.

Specific tests for railway applications are specified in each battery technology in the part of the series.

9.2.3 Dielectric test

Dielectric test shall be carried out according to IEC 60077-1.

9.2.4 Load profile test

Load profile test shall be carried out based on the agreed profile as described in Annex B.

9.2.5 Shock and vibration test

The battery, when supported at its designed fixings, shall be able to withstand shock and vibration as stated in IEC 61373.

The smallest test object is the battery cell, battery tray, battery crate, monobloc, or battery module. It shall be tested according to IEC 61373, Category 1, Class B under its normal fixing conditions and working orientation.

Acceptance criteria: according to IEC 61373.

For the supply of complete battery assemblies (systems), a shock and vibration test per IEC 61373 or calculation, e.g. FEA shall be performed as agreed between the end user, train manufacturer and battery manufacturer. A calculation, e.g. FEA shall be provided by the battery manufacturer if there is no shock and vibration test performed. In case where testing has been previously carried out on similar battery cell, battery crate, monobloc or complete battery system of same technology, same manufacturer and same type of assembly, it will not be necessary to repeat the shock and vibration test.

It may also be agreed between the end user, and battery manufacturer when replacing other batteries to use cells, battery crates, or monoblocs of known and proven design without testing.

9.3 Routine test

9.3.1 General

A routine test is performed in order to verify the quality of a batch of delivered batteries / cells. The batch acceptance tests shall be based on relevant battery technology standards or as specified by the end user and / or system integrator.

The number of samples to be tested in a routine test shall be agreed between the end user, train manufacturer or system integrator and battery manufacturer.

9.3.2 Visual checks

Relevant items, e.g. markings, shall be checked according to the agreed drawing(s).

Results shall be as specified in the drawings.

9.3.3 Dielectric test

Dielectric test shall be carried out according to IEC 60077-1.

9.3.4 Electrical characteristics tests

Open circuit voltage shall be verified.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62973-1:2018

Annex A (informative)

Examples of typical load profiles for emergency operation

A.1 Example of load profile – High speed train (Figure A.1)

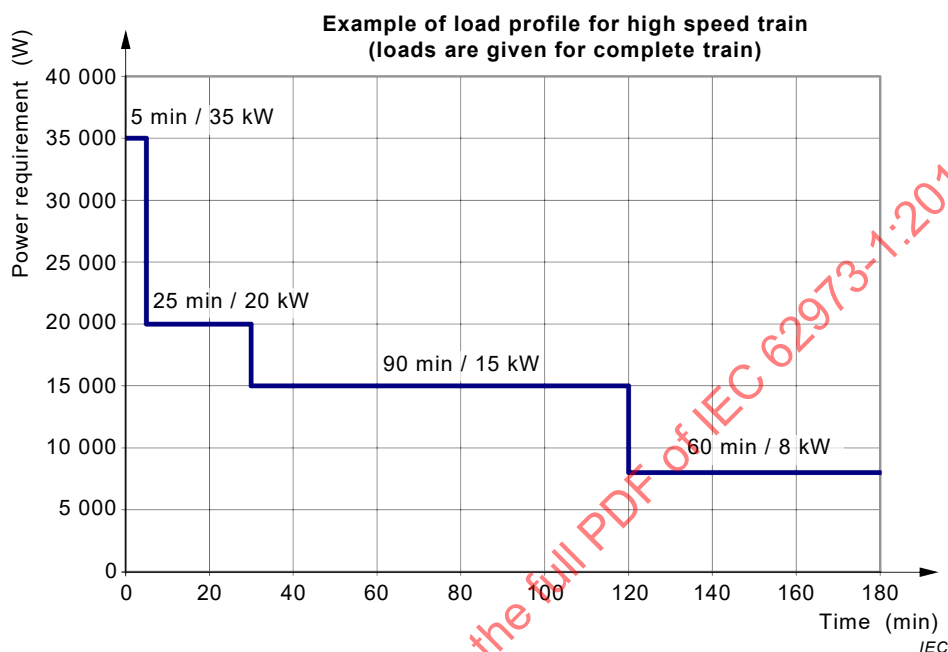


Figure A.1 – Example of load profile for high speed train
(without starting up segment)

A.2 Example of load profile – Regional train / EMU (Figure A.2)

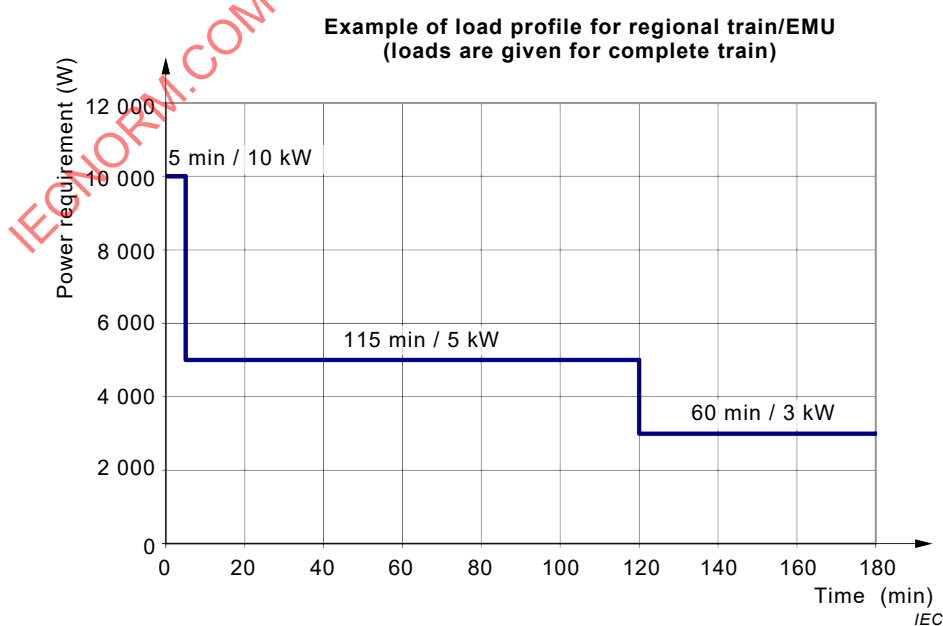


Figure A.2 – Example of load profile for regional train / EMU
(without starting up segment)

Annex B (normative)

Load profile verification

B.1 General

This annex is applicable to specify and verify the battery capability to supply the requested load profile(s), if specified by the end user and/or system integrator. The aim is to control conformity of design and later verification to the relevant specification. It is recommended that the number of tests are limited to those which are proven and/or agreed upon to be necessary.

NOTE The load profile(s) and the operating conditions are sometimes further optimised during the project.

B.2 General methodology

The battery sizing of the load profile(s) shall be represented by three types of loads; constant power load (W), resistive load (Ω), and constant current load (A) that may happen at the same time for each discharge time interval. Sometimes not all three types of loads are present.

The methodology and the various parameters shall be specified by agreement between the battery manufacturer, end user and/or system integrator including:

- cumulated discharged energy consumed and available during the load profile,
- power or voltage and current available during the load profile.

In addition, the following parameters have to be taken into account for actual train operation:

- environment (e.g. temperature),
- operational requirements (e.g. minimum voltage).

Load profile(s) shall be initially requested by the end user and/or system integrator, including adjustments to be taken into account between the battery and equipment installed on the train (e.g. voltage drop).

An important part of the methodology is the charge level of the battery and its ageing, as mentioned in Table 3 depending on the battery technology.

This process requires a well-defined and harmonised methodology to verify load profile compliance. The selected approach has two steps:

- battery sizing to confirm the compliance of the selected battery for the load profile(s) demanded by the train for the defined environment (temperature) and operational conditions (voltages). The battery sizing can be performed through numerical calculation (e.g. simulation) or laboratory testing if numerical calculation is not available.
- test measurements on selected battery for compliance verification to the load profile shall be performed under defined simulated conditions.

In case several profiles are requested, all load profiles shall be considered for the sizing. The worst case load profile along with its parameters shall be identified by the battery manufacturer and agreed by the end user and/or train manufacturer. Each battery manufacturer shall provide the sizing details to the system integrator during the tendering phase. These sizings shall be available to the end user upon request.

B.3 Battery sizing documentation

The results of the battery calculations shall be documented. The minimum requirements for the contents of the document(s) are:

- key data for the battery: technology, type, capacity, quantity of cells in series and parallel,
- environmental conditions (e.g. temperatures for charging, discharging) and derating factors (e.g. ageing, initial SOC depending on the charging conditions),
- charging conditions,
- curves that provide the battery behaviour over discharge time that show compliance to requested parameters for each load profile for the discharge periods/steps.

B.4 Operational verification (load profile test)

The load profile test is to be performed as agreed between the battery manufacturer, end user and/or system integrator considering:

- test temperature corresponding to selected sizing,
- minimum representative quantity of cells, battery crates or monoblocs (typically over 10 % of the total cell quantity connected in series corresponding to the number of battery crates or monoblocs). For a battery sized with a parallel arrangement, the load profile can be adjusted proportionally. The representative quantity of cells will be referred below as “battery” for testing purposes.

The following tolerances are allowed:

- ambient temperature: ± 2 K,
- cells temperature dispersion in the battery: ± 2 K.

Battery preparation:

- cells or battery could be subjected to a suitable number of pre-activation cycles,
- full charge as per relevant battery technology standard (see parts 2, 3, etc.),
- application of the derating factors used in agreed battery sizing by performing a partial discharge in relation to the rated capacity C_n (e.g. 90 % ageing and 90 % SOC => $90 \% \times 90 \% = 81 \%$ initial situation, thus a 19 % partial discharge),
- cells or battery should then immediately be installed in chamber to reach agreed temperature, until stable temperature is obtained.

Load profile shall then be performed per agreed battery sizing and all load profile parameters (time, voltage, current, temperature) shall be recorded.

The test plan shall be agreed prior to the tests. This plan especially contains:

- the conditions for preparation,
- the conditions for the specific test,
- the scaling factor if needed (number of representative cells),

Acceptance criterion: compliance with minimum voltage.

B.5 Test report

The results of the verification measurements shall be documented in a report. The minimum requirements for the contents of the report are:

- key data for the battery: technology, type, capacity, quantity of cells in series and parallel,
- environmental conditions (e.g. temperatures for charging, discharging) and derating factors (e.g. ageing, initial SOC depending on the charging condition),
- curves that provide the battery behaviour over discharge time that show compliance to requested parameters for each load profile for the discharge periods/steps,
- description of the measurement equipment used with calibration certificates,
- any observations during the tests which might influence the interpretation of the test results.

In case the test was proportionally adjusted for the lower quantity of cells, it might be necessary to apply a multiple factor to compare the test results to the load profile. In such cases, the proportional adjustment shall be clearly mentioned in the test report.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62973-1:2018

Example of functions during load profile

Table C.1 – Examples of functions during different steps of load profile

[illegible]

Bibliography

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

IEC 60571:2012, *Railway applications – Electronic equipment used on rolling stock*

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

IEC 62485-3:2014, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 3: Traction batteries*

EN 45545-1, *Railway applications – Fire protection of railway vehicles – Part 1: General*

EN 45545-2, *Railway applications – Fire protection of railway vehicles – Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components*

EN 45545-3, *Railway applications – Fire protection on railway vehicles – Part 3: Fire resistance requirements for fire barriers*

EN 45545-4, *Railway applications – Fire protection of railway vehicles – Part 4: Fire safety requirements for railway rolling stock design*

EN 45545-5, *Railway applications – Fire protection of railway vehicles – Part 5: Fire safety requirements for electrical equipment including that of trolley buses, track guided buses and magnetic levitation vehicles*

EN 45545-6, *Railway applications – Fire protection on railway vehicles – Part 6: Fire control and management systems*

EN 45545-7, *Railway applications – Fire protection on railway vehicles – Part 7: Fire safety requirements for flammable liquid and flammable gas installations*

EN 50533:2011, *Railway applications – Three-phase train line voltage characteristics*

CLC/TS 50546, *Railway applications – Rolling stock – 3-phase shore (external) supply system for rail vehicles*

CLC/TS 50534:2010, *Railway applications – Generic system architectures for onboard electric auxiliary power systems*

CLC/TS 50535:2010, *Railway applications – Onboard auxiliary power converter systems*

IEEE Std 1476-2000, *Standard for Passenger Train Auxiliary Power Systems Interfaces*

JIS E 5004-1-2006, *Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	39
INTRODUCTION.....	41
1 Domaine d'application	42
2 Références normatives	42
3 Termes, définitions et termes abrégés	43
3.1 Termes et définitions	43
3.2 Termes abrégés	45
4 Exigences générales	46
4.1 Définitions des composants d'un système de batterie, voir Figure 1 (figures purement illustratives).....	46
4.2 Définitions des types de batteries	46
4.3 Conditions d'environnement	47
4.4 Exigences système	47
4.4.1 Tension réseau.....	47
4.4.2 Exigences de charge	49
4.4.3 Exigences de décharge	51
4.4.4 Conservation de la charge (autodécharge)	53
4.4.5 Exigences de dimensionnement de la capacité de la batterie	53
4.5 Exigences de sécurité et de protection	54
4.5.1 Généralités	54
4.5.2 Décharge profonde des batteries	55
4.5.3 Compensation en température pendant la charge	55
4.6 Protection contre les incendies	55
4.7 Maintenance	55
4.8 Caractéristiques de charge	56
5 Conception mécanique du système de batterie	56
5.1 Généralités	56
5.2 Mécanisme d'interface	56
5.2.1 Généralités	56
5.2.2 Type fixe	56
5.2.3 Type à roulement.....	57
5.2.4 Type à glissières	58
5.3 Emplacement du système de batterie sur le véhicule	59
5.4 Accessibilité à la batterie	59
5.5 Ventilation du coffre batterie	59
6 Interface électrique	60
6.1 Généralités	60
6.2 Interface des connexions électriques externes	60
7 Marquages	61
7.1 Symboles de sécurité.....	61
7.1.1 Extérieur du coffre	61
7.1.2 Caisse de groupement, châssis ou autres emplacements à l'intérieur du coffre	61
7.1.3 Eléments ou monoblocs	62
7.2 Plaque signalétique	62
7.2.1 Coffre batterie	62

7.2.2	Plaques signalétiques de la caisse de groupement, du châssis, du module ou d'autres éléments à l'intérieur du coffre	62
7.2.3	Eléments ou batteries monoblocs	62
8	Conditions de stockage et de transport	62
8.1	Transport	62
8.2	Stockage des batteries	62
9	Essai	62
9.1	Généralités	62
9.2	Essai de type	63
9.2.1	Généralités	63
9.2.2	Essais de caractéristiques électriques	63
9.2.3	Essais diélectriques	63
9.2.4	Essai de profil de décharge	63
9.2.5	Essai de chocs et vibrations	63
9.3	Essai individuel de série	64
9.3.1	Généralités	64
9.3.2	Vérifications visuelles	64
9.3.3	Essais diélectriques	64
9.3.4	Essais de caractéristiques électriques	64
Annexe A (informative) Exemples de profils de décharge types pour l'alimentation de secours		65
A.1	Exemple de profil de décharge pour les trains à grande vitesse (Figure A.1)	65
A.2	Exemple de profil de décharge pour les trains régionaux/EMU (Figure A.2)	66
Annexe B (normative) Vérification du profil de décharge		67
B.1	Généralités	67
B.2	Méthodologie générale	67
B.3	Documentation relative au dimensionnement de la batterie	68
B.4	Vérification en fonctionnement (essai de profil de décharge)	68
B.5	Rapport d'essai	69
Annexe C (informative) Exemples de fonctions pouvant être alimentées pendant le profil de décharge		70
Bibliographie		72
Figure 1 – Représentation d'un ou plusieurs éléments, d'une batterie monobloc, d'un châssis, d'une caisse de groupement et d'un coffre batterie		46
Figure 2 – Exemples de courbes de décharge à différents courants de décharge constants en fonction du pourcentage de capacité		49
Figure 3 – Exemples de courbes de charge		49
Figure 4 – Interfaces entre la batterie et le chargeur de la batterie		50
Figure 5 – Exemple de profil de décharge pour l'alimentation de secours des équipements auxiliaires (train à l'arrêt)		52
Figure 6 – Exemple de profil de décharge en conditions d'exploitation normale telles que le franchissement de zones de sectionnement (circulation du train sans charge de la batterie)		53
Figure 7 – Exemple de solution fixe sans caisse de groupement		56
Figure 8 – Exemple de solution fixe avec caisse de groupement		57
Figure 9 – Exemple de solution à roulement avec traverses repliables		57
Figure 10 – Exemple de solution à roulement avec paliers à rouleaux		58

Figure 11 – Exemple de solution à glissières	59
Figure 12 – Schéma type de l'interface électrique d'un système de batterie	60
Figure A.1 – Exemple de profil de décharge pour les trains à grande vitesse (sans segment de démarrage)	65
Figure A.2 – Exemple de profil de décharge pour les trains régionaux/EMU (sans segment de démarrage)	66
Tableau 1 – Plage de tensions de service des équipements alimentés par le système de batterie	48
Tableau 2 – Exigences de caractéristiques de charge	50
Tableau 3 – Paramètres et responsabilités concernant le dimensionnement de la capacité de la batterie	54
Tableau C.1 – Exemples de fonctions pouvant être alimentées pendant les différents paliers du profil de décharge	70

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62973-1:2018

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT –
BATTERIES POUR SYSTÈMES D'ALIMENTATION AUXILIAIRE –****Partie 1: Exigences générales****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 62973-1 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

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

FDIS	Rapport de vote
9/2362/FDIS	9/2386/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62973, publiées sous le titre général *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Batteries pour systèmes d'alimentation auxiliaire*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62973-1:2018

INTRODUCTION

Le présent document fournit les exigences générales pour l'ensemble des technologies de batteries rechargeables.

Les détails des autres technologies de batteries sont fournis dans les autres parties de la norme:

Partie 2: batteries au nickel-cadmium (NiCd)

Partie 3: batteries au plomb (LA)

Parties ultérieures: autres technologies de batteries, telles que les batteries nickel-métal-hydrures (NiMH), ion-lithium (Li-ion), etc.

Le présent document spécifie l'interface entre la batterie et un chargeur de batterie; les chargeurs de batteries ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62973-1:2018

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT – BATTERIES POUR SYSTÈMES D'ALIMENTATION AUXILIAIRE –

Partie 1: Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62973 s'applique aux différentes technologies de batteries rechargeables destinées aux systèmes d'alimentation auxiliaire utilisés sur le matériel roulant.

Le présent document s'applique à tout type de matériel roulant (par exemple, véhicules ferroviaires légers, tramways, métros, trains de banlieue, trains régionaux, TGV, locomotives, etc.).

Le présent document porte sur:

- la description des interfaces électriques pour les tensions nominales de batterie suivantes: 24 V, 32 V, 36 V, 48 V, 64 V, 72 V, 87 V, 96 V et 110 V;
- la description des interfaces électriques selon le profil de décharge de la batterie et les paramètres de dimensionnement de la capacité de la batterie (par exemple, plage de tensions de service et caractéristiques de charge).

Le présent document, ainsi que les autres parties de la norme, sont utilisés conjointement avec les autres normes applicables de l'IEC couvrant les équipements auxiliaires destinés aux applications ferroviaires pour le matériel roulant.

Le principal objectif du présent document est d'aboutir à la normalisation des interfaces électriques en étudiant différents paramètres de batteries dans le but de calculer la capacité de batterie exigée pour un profil de décharge donné et pour les différentes technologies de batteries abordées dans les autres parties de la norme.

2 Références normatives

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

IEC 60077-1, *Applications ferroviaires – Equipements électriques du matériel roulant – Partie 1: Conditions générales de service et règles générales*

IEC 61373:2010, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*

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

IEC 62498-1:2010, *Applications ferroviaires – Conditions d'environnement pour le matériel – Partie 1: Equipement embarqué du matériel roulant*

IEC 62847, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Connecteurs électriques – Exigences et méthodes d'essai*

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

3 Termes, définitions et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

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

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

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

NOTE Les descriptions types relatives aux batteries sont données dans l'IEC 60050-482.

3.1.1 châssis

conteneur à parois évidées destiné à grouper plusieurs éléments ou batteries

Note 1 à l'article: Voir 4.1 et Article 5.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, AMD1:2016, 482-05-10, modifié – La NOTE 1 à l'article a été ajoutée.]

3.1.2 caisse de groupement coffre de groupement

conteneur muni d'une plaque de fond et de parois destiné à contenir plusieurs éléments ou batteries

Note 1 à l'article: Voir 4.1 et Article 5.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, AMD1:2016, 482-02-35, modifié – La NOTE 1 à l'article a été ajoutée.]

3.1.3 élément

unité fonctionnelle de base, consistant en un assemblage d'électrodes, d'électrolyte, de conteneur, de bornes et généralement de séparateurs, qui est une source d'énergie électrique obtenue par transformation directe d'énergie chimique

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, AMD1:2016, 482-01-01, modifié – La NOTE a été supprimée.]

3.1.4 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 1 à l'article: Les éléments dans une batterie monobloc peuvent être connectés en série ou en parallèle.

Note 2 à l'article: Voir 4.1.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-17, modifié – La NOTE 2 à l'article a été ajoutée.]

3.1.5

capacité assignée <de la batterie>

C_n

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

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15]

3.1.6

état de charge

SOC

capacité de charge disponible d'une batterie, normalement exprimée en pourcentage de sa capacité assignée totale telle que définie dans les normes applicables

Note 1 à l'article: Les définitions pratiques du terme «état de charge» dépendent des technologies retenues.

Note 2 à l'article: L'abréviation «SOC» est dérivée du terme anglais développé correspondant «State Of Charge».

3.1.7

profondeur de décharge

DOD

capacité déchargée d'une batterie, exprimée en pourcentage par rapport à sa capacité assignée totale

Note 1 à l'article: C'est un complément de l'état de charge.

Note 2 à l'article: Lorsque l'un des deux augmente, l'autre diminue dans les mêmes proportions.

Note 3 à l'article: Les définitions pratiques du terme «profondeur de charge» dépendent des technologies retenues.

Note 4 à l'article: L'abréviation «DOD» est dérivée du terme anglais développé correspondant «Depth Of Charge».

3.1.8

facteur de vieillissement

facteur quantitatif qui exprime la dégradation de la capacité de la batterie, en raison de l'utilisation, à fournir de l'énergie électrique selon les conditions d'opération spécifiées telles que, sans y être limité, la température ambiante de fonctionnement, cyclages en considérant la profondeur de décharge (DOD), et pratiques de maintenance

3.1.9

module de batterie

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

3.1.10

système de batterie

accumulateur <électrique>

système comportant également une ou plusieurs caisses de groupement, châssis, batteries monoblocs, modules de batteries, ainsi que des composants électroniques et/ou des équipements ainsi que leurs connexions électromécaniques associées

Note 1 à l'article: Cette définition est générique. Si nécessaire, une définition plus précise peut être fournie pour les autres technologies de batteries dans les parties respectives de la norme.

3.1.11

utilisateur final

organisme qui exploite le système de batterie

Note 1 à l'article: En règle générale, l'utilisateur final est l'organisme qui exploite le véhicule équipé du système de batterie, à moins que la responsabilité n'ait été déléguée à un consultant ou un entrepreneur principal.

3.1.12**intégrateur système**

organisme qui a la responsabilité technique du système de batterie complet et de son système de charge

Note 1 à l'article: L'intégrateur système peut être l'utilisateur final ou le fabricant du train, voire aucun d'entre eux.

3.1.13**fabricant**

organisme qui a la responsabilité technique pour son contrat de fourniture

Note 1 à l'article: Le fabricant peut être le constructeur du train ou l'intégrateur système d'un système de batterie, un fabricant d'élément, etc. Si nécessaire, la distinction entre «fabricant du train», «fabricant du système de batterie» et «fabricant de l'élément» sera faite de manière explicite.

3.2 Termes abrégés

CA	Courant alternatif
C_n	Capacité pour n heures
CCTV (Closed Circuit TeleVision)	Télévision en circuit fermé
CC	Courant continu
DOD (Depth Of Discharge)	Profondeur de décharge
EMU (Electrical Multiple Unit)	Rame électrique
FEA (Finite Element Analysis)	Analyse par éléments finis
CVC	Chauffage, ventilation et climatisation
LRU (Line Replaceable Unit)	Unité remplaçable en ligne
CTN	Coefficient de température négative (capteur de température)
PT 100	Capteur de température, Type PT 100
PT 1000	Capteur de température, Type PT 1000
SOC (State Of Charge)	Etat de charge

4 Exigences générales

4.1 Définitions des composants d'un système de batterie, voir Figure 1 (figures purement illustratives)

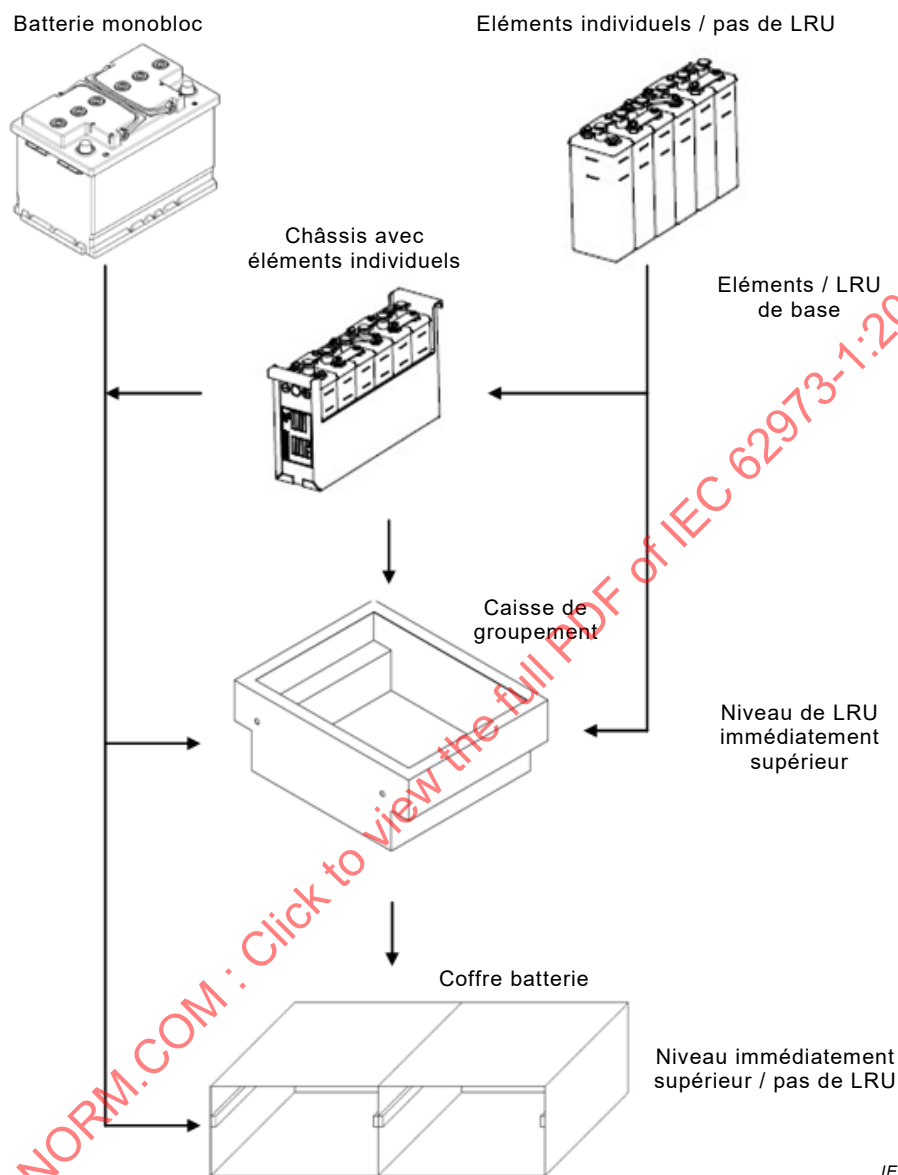


Figure 1 – Représentation d'un ou plusieurs éléments, d'une batterie monobloc, d'un châssis, d'une caisse de groupement et d'un coffre batterie

Certaines batteries peuvent ne pas inclure la totalité des composants illustrés ci-dessus; par exemple, les éléments individuels peuvent être installés dans une caisse de groupement, sans châssis. Certaines technologies de batteries peuvent inclure plus de composants (par exemple, module) dans les autres parties de la série si nécessaire.

4.2 Définitions des types de batteries

Pour les définitions des types de batteries, se reporter à la partie de la norme couvrant la technologie de batterie concernée.

4.3 Conditions d'environnement

La batterie doit fonctionner correctement, conformément aux exigences données. Toutefois, en ce qui concerne la durée de vie, l'aptitude à la charge et les performances de décharge, il convient de ne pas faire fonctionner la batterie au-delà des limites minimale et maximale de la plage de températures de service correspondant à la technologie de batterie considérée.

Les éléments individuels/batteries monoblocs situés dans le coffre batterie doivent être protégés du rayonnement solaire direct, des sources de chaleur, de la pluie, de la pollution, de la neige, de la grêle et des tempêtes de sable.

- Conditions de température:
 - température ambiante à l'intérieur de la batterie: selon l'IEC 62498-1:2010, Tableau 2
Des écarts peuvent être convenus entre l'utilisateur final et / ou l'intégrateur système et le fabricant d'élément / de batterie.
 - transport et stockage: –30 °C à +70 °C
Des écarts peuvent être convenus entre l'utilisateur final et / ou l'intégrateur système et le fabricant d'élément / de batterie.
- Humidité: selon l'IEC 62498-1:2010, 4.4
Des écarts peuvent être convenus entre l'utilisateur final et / ou l'intégrateur système et le fabricant d'élément / de batterie.
- Chocs et vibrations: selon l'IEC 61373:2010, 11.3
- Propriétés diélectriques: selon l'IEC 60077-1
- Altitude: selon l'IEC 62498-1:2010, 4.2

4.4 Exigences système

4.4.1 Tension réseau

La tension du réseau d'alimentation basse tension doit permettre le fonctionnement des équipements dans les limites minimale et maximale des plages de tensions indiquées dans le Tableau 1.

Les tensions nominales de batterie fournies sont données dans le seul but d'identifier ou de classer les types d'équipements à tension réseau; il convient de ne pas les considérer comme des tensions de service d'équipement ni comme des tensions de batterie à vide. Le nombre d'éléments d'une batterie peut varier en fonction des conditions d'exploitation et du profil de décharge de la batterie aussi longtemps que les limites minimale et maximale de la plage de tensions de service de l'équipement sont respectées. La tension de charge de la batterie dépend du nombre d'éléments, de la température et de sa technologie.

Tableau 1 – Plage de tensions de service des équipements alimentés par le système de batterie

Tension nominale de la batterie V	Tension minimale de l'équipement V	Tension maximale de l'équipement V
24	17 ^a / 16,8	34 ^a / 30
32	23 ^a	42,5 ^a
48	34 ^a / 33,6	68 ^a / 60
64	46 ^a	85 ^a
72	50,4	90
87	60,9 ^b	108,8 ^b
96	67,2	120
110	77	137,5
NOTE Les valeurs sont basées sur l'IEC 60077-1. ^a l'IEEE 1476 (Amérique du Nord) – voir Bibliographie. ^b le JIS E 5004-1 (Japon) – voir Bibliographie.		

Les tensions nominales de batterie et les tensions de décharge sont différentes. A titre d'exemple, la Figure 2 ci-dessous représente les décharges types d'un élément à différents courants de décharge constants (notés en multiples de C_n ou en multiples de I_n , C_n et I_n sont liés, par exemple $0,2 C_5$ équivaut à I_5) qui varient selon la technologie de batterie utilisée. Les courbes de décharge types (tensions de décharge par rapport aux capacités de décharge sur la base de courants de décharge constants) avec la température correspondante sont fournies pour les autres technologies de batteries dans les parties respectives de la norme.

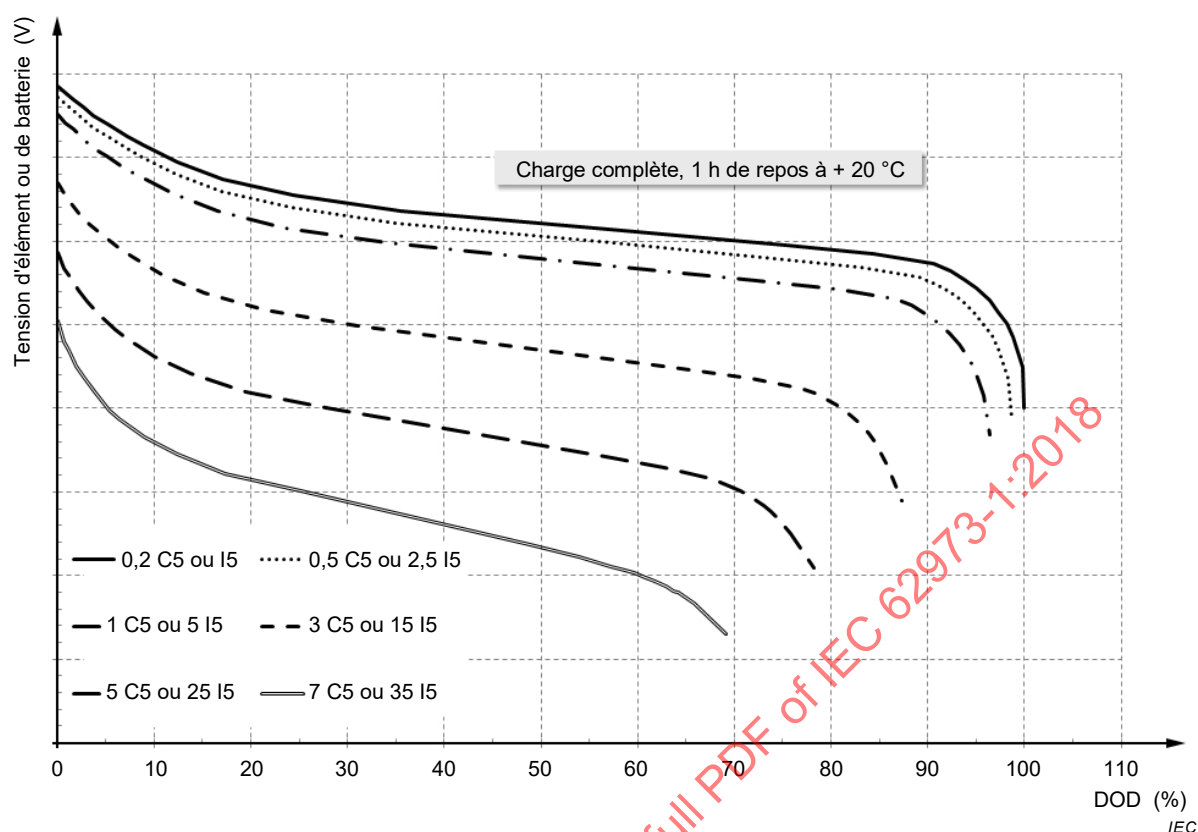


Figure 2 – Exemples de courbes de décharge à différents courants de décharge constants en fonction du pourcentage de capacité

L'exemple suivant, Figure 3a, montre la charge typique d'un élément en courant de charge constant à $0,2 C_5$ (équivalent à I_5) pour la phase initiale, suivit de la tension de charge constante de la Figure 3b pour la dernière phase par technologie de batterie. Les méthodes typiques de charge (tensions de charges relatives aux capacités) ainsi que les températures correspondantes sont fournies pour chaque technologie de batterie dans la présente série de normes. Les fabricants de batteries doivent rendre disponibles les courbes de charges.

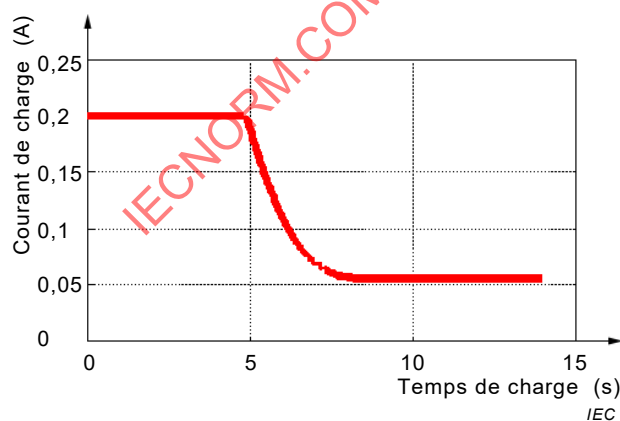


Figure 3a – Exemple de courbe de taux de courant de charge

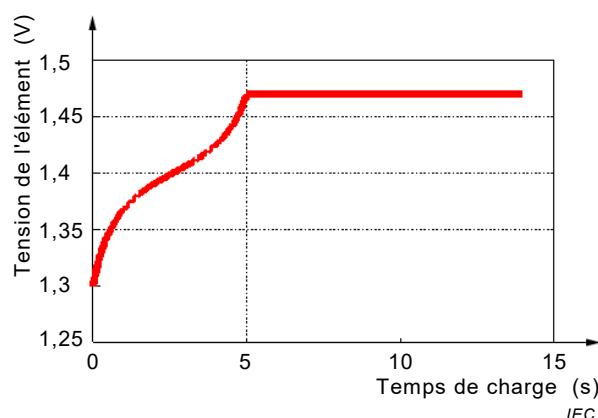


Figure 3b – Exemple de courbe de tension de charge

Figure 3 – Exemples de courbes de charge

4.4.2 Exigences de charge

La tension exigée pour charger la batterie et la méthode de charge optimale sont spécifiées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Exigences de caractéristiques de charge

Exigences	Caractéristiques
Condition normale	Chargeur de batterie en charge flottante («floating») avec compensation en température selon le besoin de la technologie de batterie.
Méthode de charge	Selon la technologie de batterie.
Tolérance de régulation en régime établi de la sortie de tension de charge de la batterie au niveau du système de charge	La tolérance de tension de charge fait référence à la demande en tension conformément à la caractéristique de charge idéale, qui sera décrite pour chaque technologie de batterie dans les autres parties de la norme s'il y a lieu. En cas de compensation en température, tolérance de $\pm 1,5$ % ou inférieure. En l'absence de compensation en température, tolérance de ± 1 % ou inférieure.
Ondulation de la tension de charge	≤ 5 % (selon l'IEC 60077-1 avec batterie déconnectée).
Ondulation du courant de charge	Le courant de charge de la batterie doit être du courant continu, car tout composant alternatif superposé au courant de charge peut faire monter la température de la batterie. Il convient que la part en courant alternatif du courant de charge ne dépasse pas les valeurs définies dans l'IEC 62485-2. S'il y a lieu, les valeurs seront fournies pour chaque technologie de batterie dans les autres parties applicables de la norme.
Compensation en température	Compensation en température selon le besoin de la technologie de batterie. S'il y a lieu, les valeurs seront fournies pour chaque technologie de batterie dans les autres parties applicables de la norme.
Détection de la température	Signal transmis par un capteur fixé sur la batterie ou sur le compartiment de la batterie, détection à l'intérieur du système de charge de la batterie.

Dans certains cas, sous réserve d'un accord entre l'utilisateur final et le fabricant, la compensation en température peut ne pas être exigée. Il convient que ces informations fassent l'objet d'un accord préalable avant de procéder au calcul de la capacité de batterie exigée pour un profil de décharge donné. Dans ce cas, le capteur de température de la batterie peut être omis.

La Figure 4 ci-dessous représente le schéma électrique type d'une interface entre un système de batterie et un chargeur. D'autres configurations peuvent être envisagées en utilisant les mêmes fonctions de batterie ou en y incorporant des fonctions supplémentaires.

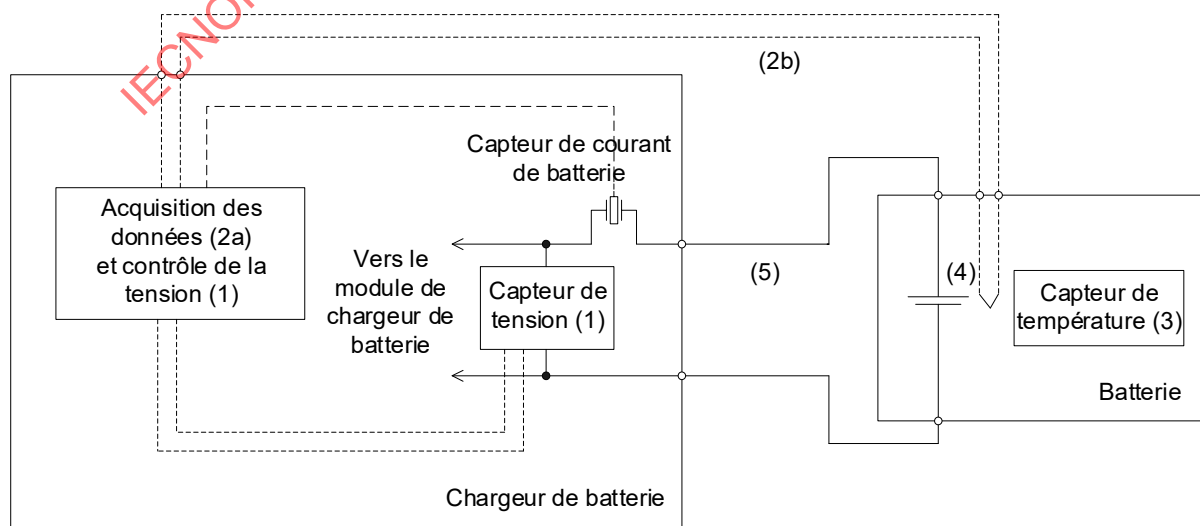


Figure 4 – Interfaces entre la batterie et le chargeur de la batterie

Le système d'interface entre le chargeur de la batterie et la batterie elle-même, tel qu'illustré à la Figure 4, comprend:

- 1) la détection et la régulation de la tension de la batterie: tolérance maximale $\pm 1 \%$ (voir (1) dans la Figure 4);
- 2) l'acquisition des données de température, (2a), y compris le câblage (2b) au capteur (3): typiquement tolérance inférieure à $\pm 2,5 \text{ K}$ (ce qui équivaut à $\pm 0,5 \%$ de la tension de charge idéale);
- 3) le capteur de température, (3): tolérance maximale $\pm 2 \text{ K}$ pour la plage de températures spécifiée (ce qui équivaut à $\pm 0,4 \%$ de la tension de charge idéale), préférentiellement fixé à la batterie, au moins un capteur par système de batterie (voir (3)). Le choix du capteur de température doit faire l'objet d'un accord entre l'intégrateur système, le fournisseur de la batterie et le fournisseur du système de charge de la batterie. Lorsqu'un capteur PT 100 est utilisé, un raccordement à 4 fils ou une détection active sont nécessaires. D'autres capteurs types sont disponibles tels que le PT 1000 à 2 fils ou le CTN ($10 \text{ k}\Omega$ à $25 \text{ }^\circ\text{C}$);
- 4) la position du capteur de température (3) dans le compartiment de la batterie (4);
- 5) le câblage entre la batterie et le chargeur de batterie: partie de l'intégration du système dans le train (5).

La précision du système de charge doit être vérifiée:

- a) pour une plage de températures définie inférieure à 80 K ;
- b) au niveau de l'interface du chargeur de batterie.

L'intégrateur système vérifiera si l'effet du câblage doit être compensé et réfléchira à la méthode de compensation en considérant la chute de tension dans les câbles d'alimentation et résistance dans les fils des capteurs de température.

L'impact du câblage du capteur dépend du type de capteur de température, du système d'acquisition de données et/ou de l'emplacement du capteur de tension. Si les influences sont importantes, il est possible de les compenser au niveau du système de contrôle du chargeur de batterie, par accord entre l'intégrateur système et le fabricant du système de charge de la batterie.

Avec les capteurs de température recommandés, l'influence de la résistance du câblage sur l'acquisition des données peut être négligée.

4.4.3 Exigences de décharge

4.4.3.1 Généralités

Les batteries sont soumises à plusieurs exigences de décharge lorsqu'elles sont en conditions de service ou de stockage, à savoir:

- le profil de décharge (alimentation de secours des équipements auxiliaires et/ou en conditions d'exploitation normale telles que des sections de séparation ou des écarts de puissance);
- une décharge hors ligne lorsque l'alimentation est coupée;
- les exigences de décharge à basse et haute températures;
- l'autodécharge.

Les exigences de décharge ci-dessus sont décrites dans les paragraphes suivants.

4.4.3.2 Profil de décharge

Le profil de décharge à considérer doit être défini par accord entre l'utilisateur final, l'intégrateur système et le fabricant de l'élément ou de la batterie. Le profil de décharge doit

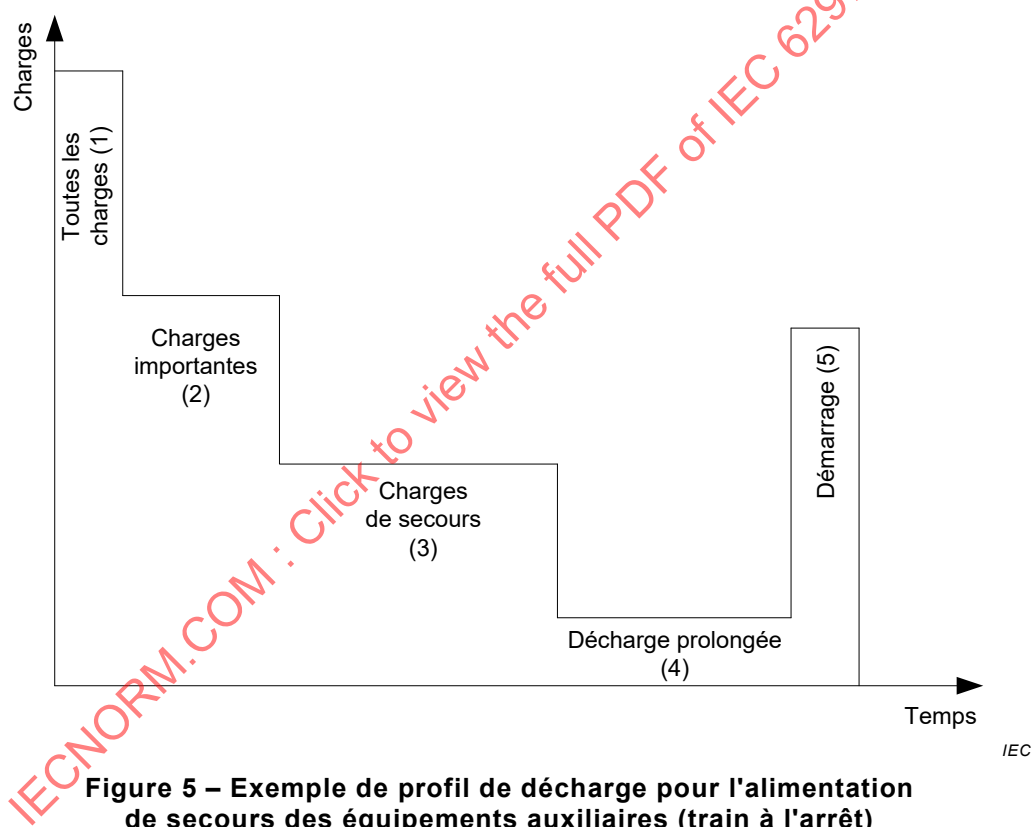
identifier de manière claire s'il concerne le train complet, en indiquant le nombre de batteries correspondant, ou s'il se rapporte à chaque véhicule équipé de la batterie.

Exemples de deux types de profils de décharge:

- alimentation de secours des équipements auxiliaires (voir Figure 5 représentant un profil de décharge comportant 1 à 5 paliers);
- conditions d'exploitation normale telles que des sections de séparation ou des écarts de puissance (voir Figure 6 représentant un profil de décharge comportant 1 à 2 paliers).

Pour optimiser le dimensionnement de la batterie, le profil de décharge doit être représenté par trois types de décharges: puissance constante de charge (W), résistance de charge (Ω) à courant constant de charge (A), qui sont susceptibles de se produire simultanément à chaque intervalle du temps de décharge. Les trois types de décharges ne sont pas toujours présents.

La Figure A.1 et la Figure A.2 représentent des exemples de profils de décharge pour l'alimentation de secours dans les trains à grande vitesse et les trains régionaux.



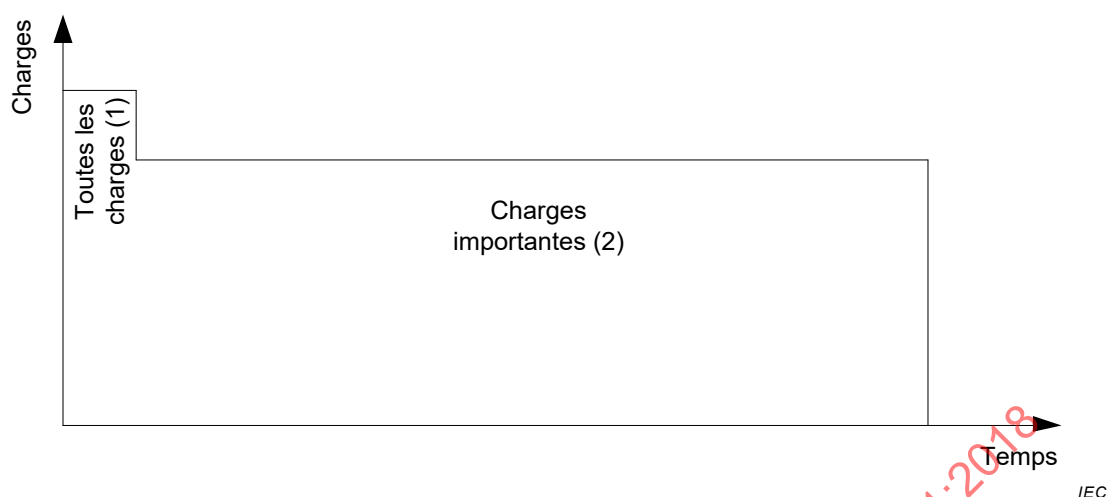


Figure 6 – Exemple de profil de décharge en conditions d'exploitation normale telles que le franchissement de zones de sectionnement (circulation du train sans charge de la batterie)

4.4.3.3 Temps de décharge prolongée

Le temps de décharge prolongée caractérise un faible niveau de décharge au-delà de la période de décharge de secours normale du profil de décharge (un temps de décharge supérieur à un jour avec une certaine consommation d'énergie de la batterie, par exemple). Une telle décharge ne peut pas être totalement exclue. Il convient que l'utilisateur final et l'intégrateur système spécifient ce niveau de décharge, ainsi que le temps de décharge.

La batterie doit être capable de supporter une décharge prolongée sans subir de dommages permanents. Chacune des technologies de batteries décrites dans les autres parties de la norme doivent définir les paramètres tels que le reconditionnement visant à rétablir les performances de la batterie après une décharge prolongée, s'il y a lieu.

4.4.3.4 Performances à basse ou haute température

Il convient que la température de batterie admissible corresponde à la température basse ou haute moyenne de la ville ou région indiquée sur des sites web tels que www.weatherbase.com, ou qu'elle soit préalablement convenue avec le client. A cette température, la batterie chargée doit toujours être capable de fournir le profil de décharge comme spécifié par l'utilisateur final.

En outre, aucun dommage permanent ne doit se produire à cette température.

4.4.4 Conservation de la charge (autodécharge)

Alors que les batteries subissent une autodécharge en conditions normales, elles sont également exposées aux effets de la température en conditions de stockage. Il convient que chacune des technologies de batteries abordées dans les autres parties de la norme présentent les caractéristiques d'autodécharge ou d'autres effets lorsque les batteries sont conservées pendant un certain temps à une température donnée. Cette capacité disponible inférieure due à l'autodécharge est normalement réversible en procédant à une recharge, de la manière spécifiée par le fabricant de la batterie.

Pour le stockage des batteries, voir 8.2.

4.4.5 Exigences de dimensionnement de la capacité de la batterie

Le fabricant du train ou l'intégrateur système doit définir les paramètres suivants:

- les exigences de décharge par profil de décharge (voir 4.4.3);
- la réserve de capacité pour les décharges supplémentaires à considérer dans le futur ou pour les situations critiques;
- la plage de températures ambiantes de la batterie en situation critique (en accord avec l'utilisateur final);
- la chute de tension entre la batterie et l'équipement (charges) due à la longueur et la taille du câble, ou la tension minimale à la borne de la batterie;

$$V_{\text{batterie}} = V_{\text{équipement}} + V_{\text{chute}}$$

où

V_{batterie} est la tension au terminal de batterie;

$V_{\text{équipement}}$ est la tension au niveau de l'équipement (Tableau 1: au moins la tension minimum);

V_{chute} est la chute de tension dans le câblage entre la charge et la batterie;

- les cycles de décharge répétés, notamment le nombre de décharges (par jour, mois ou année) et leur durée.

Le fabricant de la batterie doit définir les paramètres suivants:

- l'état de charge en fonction des paramètres de charge (tension, compensation en température, etc.) et des conditions d'environnement;
- le facteur de vieillissement selon, mais sans y être limité, la température ambiante de fonctionnement, aux cyclages à la DOD correspondante, la maintenance et la durée de vie requise de la batterie.

Les exigences de dimensionnement de la capacité de la batterie sont spécifiées conformément au Tableau 3. Chacune des technologies de batteries décrites dans les autres parties de la norme devront fournir un tableau contenant les valeurs correspondantes.

Tableau 3 – Paramètres et responsabilités concernant le dimensionnement de la capacité de la batterie

Paramètres nécessaires au dimensionnement de la batterie	Responsabilités concernant la fourniture des paramètres
Profil de décharge (W, Ω , A)	Fourni par l'intégrateur système
Basse ou haute température pour le dimensionnement du profil de décharge (°C)	Spécifiée par le fabricant du train ou conjointement avec l'utilisateur final
Etat de charge à 20 °C dans des conditions de charge flottante (%)	Fourni par le fabricant de l'élément ou de la batterie
Facteur de vieillissement (%)	Fourni par le fabricant de l'élément ou de la batterie
Capacité de cyclage demandée (nombre de cycles du profil de décharge et durée)	Spécifiée par l'utilisateur final
Durée de vie utile de la batterie à une température de service annuelle moyenne d'environ 20 °C dans des conditions ferroviaires (années)	Fournie par le fabricant de l'élément ou de la batterie

4.5 Exigences de sécurité et de protection

4.5.1 Généralités

Il convient que le coffre batterie ou la caisse de groupement soit capable de retenir l'électrolyte en cas de fuite de la batterie et également de résister à la corrosion électrolytique.

Il convient que les bouchons avec orifice de ventilation des éléments ou que le système de remplissage, s'il y a lieu selon la technologie de batterie utilisée, soient munis d'arrêts de

flamme afin d'empêcher une étincelle ou une flamme extérieure de pénétrer dans les éléments et d'engendrer une explosion interne susceptible de projeter l'électrolyte.

Le système de batterie doit être équipé d'une ventilation suffisante afin d'éviter une concentration élevée ou dangereuse des gaz (voir 5.5). Le calcul pour la ventilation doit être réalisé selon les exigences de l'IEC 62485-2.

4.5.2 Décharge profonde des batteries

La décharge profonde d'une batterie signifie que la capacité (énergie électrique) déchargée depuis la batterie est supérieure à la capacité admise ou à la capacité définie dans les courbes de décharge du fabricant de la batterie. Cela peut occasionner des dommages permanents à la batterie, une recharge insuffisante (capacité disponible réduite) voire raccourcir la durée de vie de la batterie.

Il existe différentes méthodes pour protéger les batteries de la décharge profonde. Il est suggéré d'utiliser les paramètres suivants comme critères pour la protection contre les décharges profondes. Il convient que les fabricants de batteries fournissent les courbes montrant la relation entre le courant et la tension de décharge finale:

- la tension;
- le courant;
- la température;
- le temps.

Selon la technologie de batterie utilisée, la mise en œuvre de dispositifs spécifiques pour protéger la batterie contre les décharges profondes peut ne pas être nécessaire.

4.5.3 Compensation en température pendant la charge

Il convient que la tension de charge de la batterie soit régulée en température. La compensation de température est détaillée pour chacune des technologies de batteries dans les autres parties applicables de la norme, s'il y a lieu.

A titre de mesure complémentaire, il convient que chacune des technologies de batteries décrites dans les autres parties de la norme tiennent compte de la température de fonctionnement minimale ou maximale en charge, s'il y a lieu.

En cas de défaillance du capteur, il convient que le chargeur de la batterie utilise provisoirement une valeur de charge de sécurité par défaut pour chacune des technologies de batteries décrites dans les autres parties de la norme.

4.6 Protection contre les incendies

Les exigences de protection contre les incendies (incluant, notamment, les limites de résistance à l'inflammabilité, de production de fumées et de toxicité) doivent être spécifiées par l'utilisateur final par référence à la norme ou aux normes applicables à chaque pays.

4.7 Maintenance

Les données de maintenance préventive et corrective doivent être disponibles sur demande auprès du fabricant de la batterie, et détaillées pour chacune des technologies de batteries décrites dans les autres parties de la norme. La fréquence de maintenance et la mise en service des batteries, s'il y a lieu, dépendent des pratiques de l'utilisateur final ainsi que des exigences du fabricant de la batterie.

4.8 Caractéristiques de charge

Les caractéristiques de charge doivent être choisies de façon à garantir un état de charge élevé en conditions normales d'exploitation ainsi qu'une consommation d'eau la plus faible possible (s'il y a lieu), et décrites pour chacune des technologies de batteries dans les autres parties de la norme.

5 Conception mécanique du système de batterie

5.1 Généralités

Le système de batterie peut comporter un ou plusieurs coffres batteries, caisses de groupement, châssis, modules de batteries, ou batteries monoblocs. Pour les exigences, se reporter à l'Article 4.

Trois aspects généraux permettent de différencier la conception mécanique d'un système de batterie:

- le mécanisme d'interface (caisse de groupement-coffre batterie et coffre batterie-véhicule);
- l'accessibilité à la batterie;
- l'emplacement du système de batterie sur le véhicule.

5.2 Mécanisme d'interface

5.2.1 Généralités

Trois types de mécanismes d'interface permettent de fixer les caisses de groupement aux coffres batteries:

- type fixe;
- type à roulement;
- type à glissières.

En principe, l'interface coffre batterie-véhicule est boulonnée.

5.2.2 Type fixe

Les caisses de groupement peuvent être boulonnées au coffre batterie (voir Figure 8), qui peut être doté d'un accès pour l'utilisation d'un dispositif de levage à fourche ou d'autres dispositifs de levage permettant la pose ou la dépose de la batterie. Les châssis ou batteries monoblocs peuvent être montés directement dans les coffres batteries (voir Figure 7).

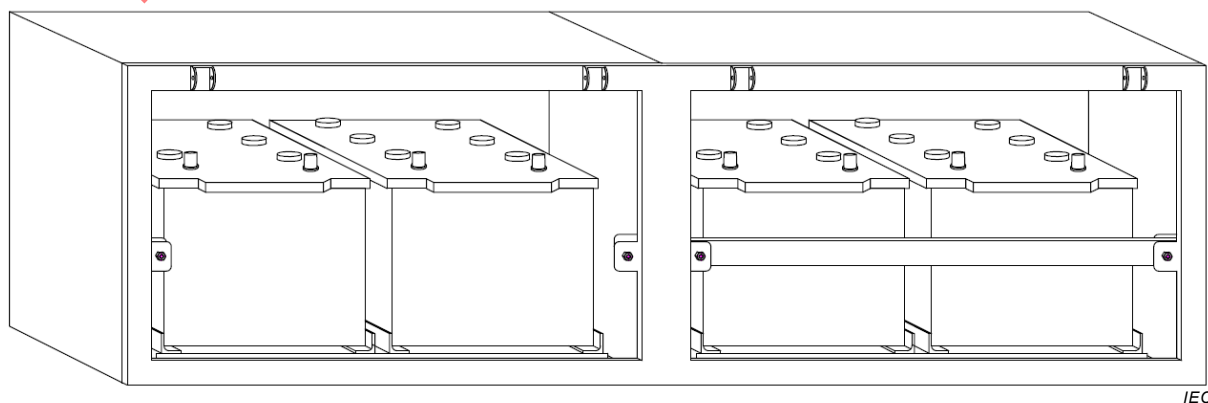
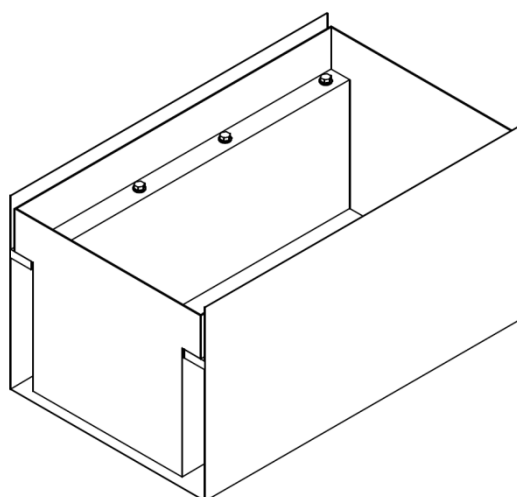


Figure 7 – Exemple de solution fixe sans caisse de groupement



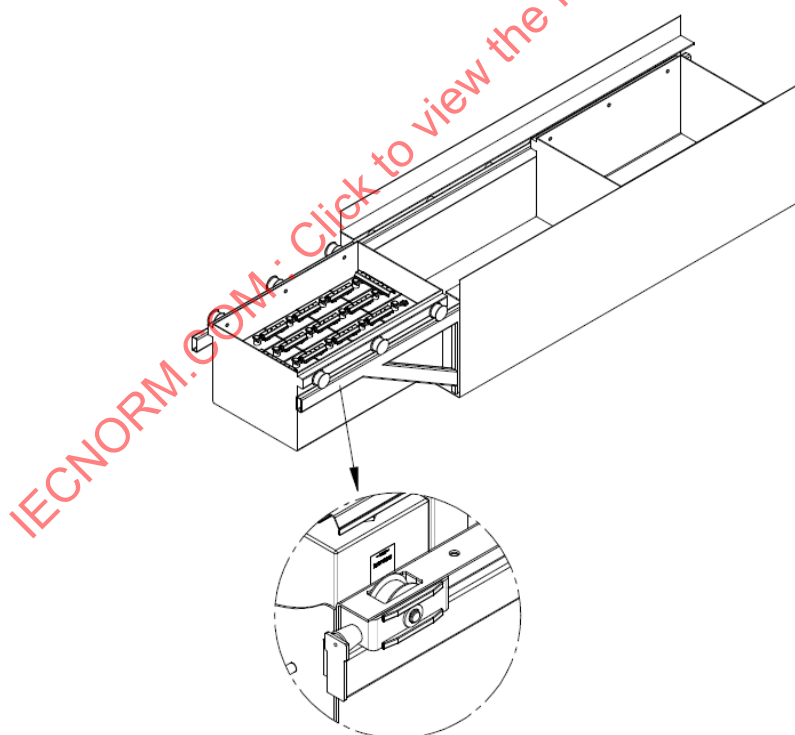
IEC

Figure 8 – Exemple de solution fixe avec caisse de groupement

5.2.3 Type à roulement

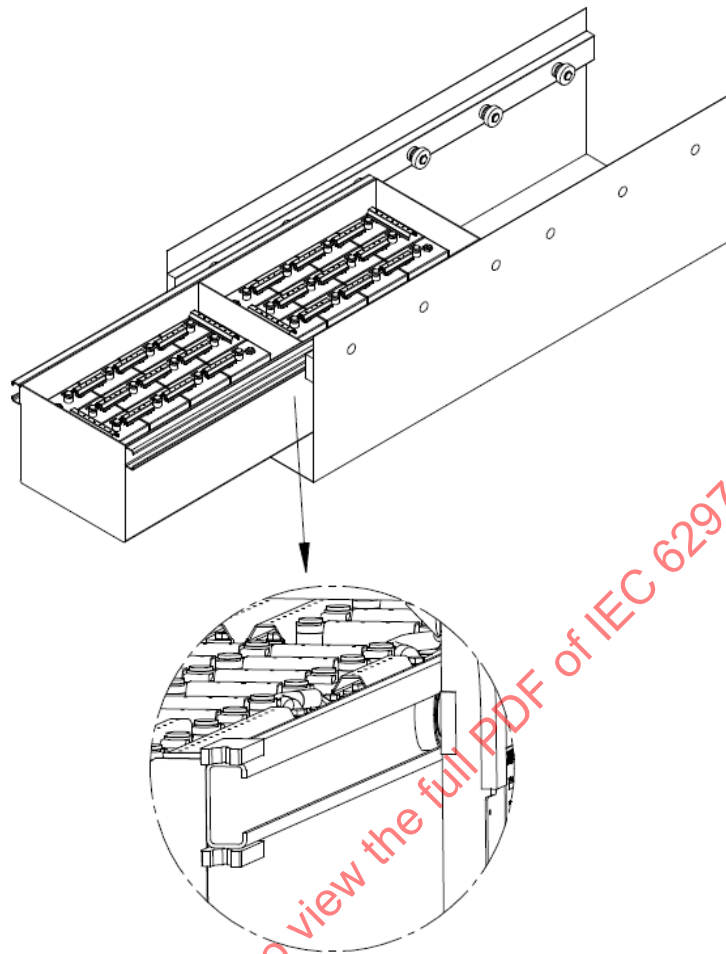
Les caisses de groupement à roulement permettent d'accéder à la batterie par deux moyens:

- avec des traverses repliables (rouleaux sur la caisse de groupement), voir Figure 9;
- avec des paliers à rouleaux (rouleaux sur le coffre batterie ou la caisse de groupement), voir Figure 10.



IEC

Figure 9 – Exemple de solution à roulement avec traverses repliables



IEC

Figure 10 – Exemple de solution à roulement avec paliers à rouleaux

5.2.4 Type à glissières

Les caisses de groupement à glissières permettent d'accéder à la batterie au moyen de glissières rétractables (voir Figure 11).