

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electrical energy storage (EES) systems –
Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems –
Electrochemical-based systems**

**Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) –
Partie 5-2: Exigences de sécurité pour les systèmes EES intégrés dans un
réseau – Systèmes électrochimiques**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electrical energy storage (EES) systems –
Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems –
Electrochemical-based systems**

**Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) –
Partie 5-2: Exigences de sécurité pour les systèmes EES intégrés dans un
réseau – Systèmes électrochimiques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.020.30

ISBN 978-2-8322-8146-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 Basic guidelines for safety of BESS.....	11
4.1 General.....	11
4.2 Approach to BESS safety	12
4.3 BESS changes in ownership, control or use	14
5 Hazard considerations	14
6 BESS system risk assessment.....	15
6.1 BESS structure	15
6.1.1 General characteristics	15
6.1.2 Specific characteristics	16
6.2 Description of BESS conditions.....	16
6.3 Risk analysis	16
6.3.1 General	16
6.3.2 Hazard identification specific to BESS	17
6.3.3 Risk consideration	17
6.3.4 System level risk analysis.....	17
6.4 System level risk assessment	17
7 Requirements necessary to reduce risks	17
7.1 General measures to reduce risks.....	17
7.2 Preventive measures against damage to neighbouring inhabitants.....	18
7.3 Preventive measures against physical injury or damage to the health of workers and residents	18
7.4 Overcurrent protection design	18
7.5 BESS disconnection and shutdown	18
7.6 Operation and maintenance	18
7.7 Staff training	18
7.8 Safety design.....	19
7.9 General requirements for BESS safety.....	19
7.10 Inherently safe design of BESS.....	19
7.10.1 Protection from electrical hazards.....	19
7.10.2 Protection from mechanical hazards	20
7.10.3 Protection from explosion	21
7.10.4 Protection from hazards arising from electric, magnetic, and electromagnetic fields.....	21
7.10.5 Protection from fire hazards.....	21
7.10.6 Protection from temperature hazards.....	21
7.10.7 Protection from chemical effects	22
7.10.8 Protection from hazards arising from auxiliary, control and communication system malfunctions	22
7.10.9 Protection from hazards arising from environments.....	22
7.11 Guards and protective measures.....	23
7.11.1 General	23
7.11.2 BESS disconnection and shutdown.....	23

7.11.3	Other guards and protective functions of BESS	24
7.12	Information for end users	28
7.13	Life cycle safety management	28
7.13.1	Operation and maintenance	28
7.13.2	Partial system change	31
7.13.3	Design revision	32
7.13.4	End of service life management	33
7.13.5	Measures for validating life cycle safety management	33
8	System validation and testing	33
8.1	General	33
8.2	Validation and testing of BESS	36
8.2.1	Electrical hazards	36
8.2.2	Mechanical hazards	38
8.2.3	Explosion	38
8.2.4	Hazards arising from electric, magnetic, and electromagnetic fields	39
8.2.5	Fire hazards (propagation)	39
8.2.6	Temperature hazards	40
8.2.7	Chemical effects	41
8.2.8	Hazards arising from auxiliary, control and communication system malfunctions	42
8.2.9	Hazards arising from environments	42
8.2.10	IP rating of BESS enclosure and protective guards	43
9	Guidelines and manuals	43
Annex A (informative)	Ownership models of BESS	44
Annex B (informative)	BEES hazards and risks	45
B.1	General introduction	45
B.2	Hazard concerns	51
B.2.1	General	51
B.2.2	Fire hazards	51
B.2.3	Chemical hazards	51
B.2.4	Electrical hazards	51
B.2.5	Energy hazards	52
B.2.6	Physical hazards	52
B.2.7	High-pressure hazards	52
B.3	Hazard considerations under normal operating conditions	52
B.3.1	Fire and explosive hazards	52
B.3.2	Chemical hazards	52
B.3.3	Electrical hazards	53
B.3.4	Physical hazards	53
B.4	Hazard considerations under emergency/abnormal conditions	54
B.4.1	Fire hazards	54
B.4.2	Chemical hazards	54
B.4.3	Electrical hazards	55
B.4.4	Physical hazards	56
B.5	Commercially available battery technologies	56
B.5.1	Lithium ion (Li-ion) batteries (C-A)	56
B.5.2	Lead-acid batteries (C-B)	57
B.5.3	Nickel batteries (C-B)	58
B.5.4	High-temperature sodium batteries (C-C)	60

B.5.5	Flow batteries (C-D)	61
B.5.6	Lithium metal solid state batteries (C-Z)	63
B.6	Other technologies	63
Annex C (informative)	Large-scale fire testing on BESS	64
Annex D (informative)	Test methods for protection from hazards arising from environments	65
D.1	General	65
D.2	Outdoor installations subject to moisture exposure	65
D.3	Outdoor installation near marine environments	65
Annex E (informative)	Information for validation of BESS life cycle safety management	66
E.1	Overview	66
E.2	General introduction	66
E.3	Operation and maintenance process	66
E.4	Preventive maintenance	66
E.5	Measuring and monitoring of system soundness	67
E.6	Staff training	67
E.7	Partial system change	67
E.8	Design revision	67
Annex F (informative)	BESS safety signage	68
Annex G (informative)	Example of testing for verification of thermal control operation	69
Bibliography		70
Figure 1	General description for risk assessment and reduction of BESS	11
Figure 2	An example of BESS architecture	15
Figure 3	Example of isolated condition (whole isolation of BESS)	24
Figure 4	Incompatibility of capacity and/or usage in a BESS	32
Table 1	BESS categories	13
Table 2	Examples of BESS use	14
Table 3	Examples of components within subsystems of a BESS	16
Table 4	Examples of incompatibilities that can arise from system changes	32
Table 5	Overview of validation and testing for BESS	35
Table B.1	Hazards of BESS in common	47
Table B.2	Hazards of BESS using non-aqueous electrolyte battery (category "C-A")	48
Table B.3	Hazards of BESS using aqueous electrolyte battery (category "C-B")	49
Table B.4	Hazards of BESS using high temperature battery (category "C-C")	50
Table B.5	Hazards of BESS using flow battery (category "C-D")	51

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL ENERGY STORAGE (EES) SYSTEMS –**Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems –
Electrochemical-based systems**

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 62933-5-2 has been prepared by IEC technical committee 120: Electrical Energy Storage (EES) Systems.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC TS 62933-5-1:2017.

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

FDIS	Report on voting
120/173/FDIS	120/182/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 62933 series, published under the general title *Electrical energy storage (EES) 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 62933-5-2:2020

INTRODUCTION

All the electrical energy storage systems (EESS) follow the general safety requirements as described in IEC TS 62933-5-1, which is based on a systems approach. IEC 62933-5-2 follows the same structure as IEC TS 62933-5-1 and provides additional requirements for battery energy storage systems (BESS). The additional requirements are provided for the following reasons:

- a) BESS can be integrated into a significant range of electrical grids.
- b) The level of safety requirements awareness can vary between utilities, system integrators, operators and end-users.
- c) Although the safety of individual subsystems is generally covered by international standards at ISO and IEC levels, the safety matters that arise due to the combination of electrochemical accumulation subsystems and any electrical subsystems are not always considered. BESS are complex at the systems level due to the variety of potential battery options and configurations, including the combination of subsystems (e.g. control systems for electrochemical accumulation subsystems, electrochemical accumulation subsystems, power conversion subsystems and auxiliary subsystems). Compliance with standards and related material produced specifically for the safety of subsystems cannot be sufficient to reach an acceptable level of safety for the overall system.
- d) BESS can have additional safety hazards, due, for example, to the presence of chemicals, the emission of toxic gases, chemicals spilt around the electrochemical accumulation subsystems and to events critical for safety from electrochemical accumulation subsystems that cause safety issues for the entire BESS. They can cause loss of power at any part of the systems and buildings that can result in additional threats to safety. From a systems perspective, these individual hazards can have a system wide impact.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62933-5-2:2020

ELECTRICAL ENERGY STORAGE (EES) SYSTEMS –

Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems – Electrochemical-based systems

1 Scope

This part of IEC 62933 primarily describes safety aspects for people and, where appropriate, safety matters related to the surroundings and living beings for grid-connected energy storage systems where an electrochemical storage subsystem is used.

This safety standard is applicable to the entire life cycle of BESS (from design to end of service life management).

This document provides further safety provisions that arise due to the use of an electrochemical storage subsystem (e.g. battery system) in energy storage systems that are beyond the general safety considerations described in IEC TS 62933-5-1.

This document specifies the safety requirements of an “electrochemical” energy storage system as a “system” to reduce the risk of harm or damage caused by the hazards of an electrochemical energy storage system due to interactions between the subsystems as presently understood.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitute 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 60068-2-52, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60079-7:2015, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety “e”*
IEC 60079-7:2015/AMD1:2017

IEC 60079-13, *Explosive atmospheres – Part 13: Equipment protection by pressurized room “p” and artificially ventilated room “v”*

IEC 60079-29 (all parts), *Explosive atmospheres – Gas detectors*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60364-4-44, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60364-6:2016, *Low voltage electrical installations – Part 6: Verification*

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

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

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

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

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

IEC 61025, *Fault tree analysis (FTA)*

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

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

IEC 61882, *Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide*

IEC 61936-1:2010, *Power installations exceeding 1 kV a.c. – Part 1: Common rules*
IEC 61936-1:2010/AMD1:2014

IEC 62305-2, *Protection against lightning – Part 2: Risk management*

IEC 62368-1, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*

IEC 62477-1:2012, *Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 1: General*
IEC 62477-1:2012/AMD1:2016

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

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

IEC 62933-1, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 1: Vocabulary*

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

ISO/IEC Guide 51:2014, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62933-1, IEC TS 62933-5-1 and the following apply.

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

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

NOTE Where differences in definitions appearing in IEC 62933-1 and IEC TS 62933-5-1 exist, the definition given in IEC 62933-1 prevails, unless otherwise specified here.

3.1

battery energy storage system

BESS

electrical energy storage system with accumulation subsystem based on batteries with secondary cells

Note 1 to entry: The battery energy storage system includes a flow battery energy system (IEC 62932-1:2020, 3.1.15).

Note 2 to entry: Batteries are defined in IEC 60050-482:2004, 482-01-04, and secondary cells are defined in IEC 60050-482:2004, 482-01-03.

3.2

occupied site

location that is within or adjacent to a building or structure with an overhead cover, where people live or work

Note 1 to entry: A location that is not an occupied site is called "unoccupied site".

3.3

type test

conformity test made on one or more items representative of the production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.4

routine test

conformity test made on each individual item during or after manufacture

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.5

factory acceptance test

FAT

factory activity to demonstrate that the EES system, subsystems, components and additionally supplied systems/devices are in accordance with the specifications

[SOURCE: IEC 62381:2012, 3.1.3, modified – Original definition has been particularized for the ESS system.]

3.6

site acceptance test

SAT

on site activity to demonstrate that the EES system can operate in accordance with the applicable system specifications and installation instructions

[SOURCE: IEC 62381:2012, 3.1.4, modified – Original definition has been particularized for the ESS system.]

4 Basic guidelines for safety of BESS

4.1 General

An assessment and reduction of the risk associated with the BESS as manufactured and as intended to be installed shall be conducted according to the sequence shown in Figure 1.

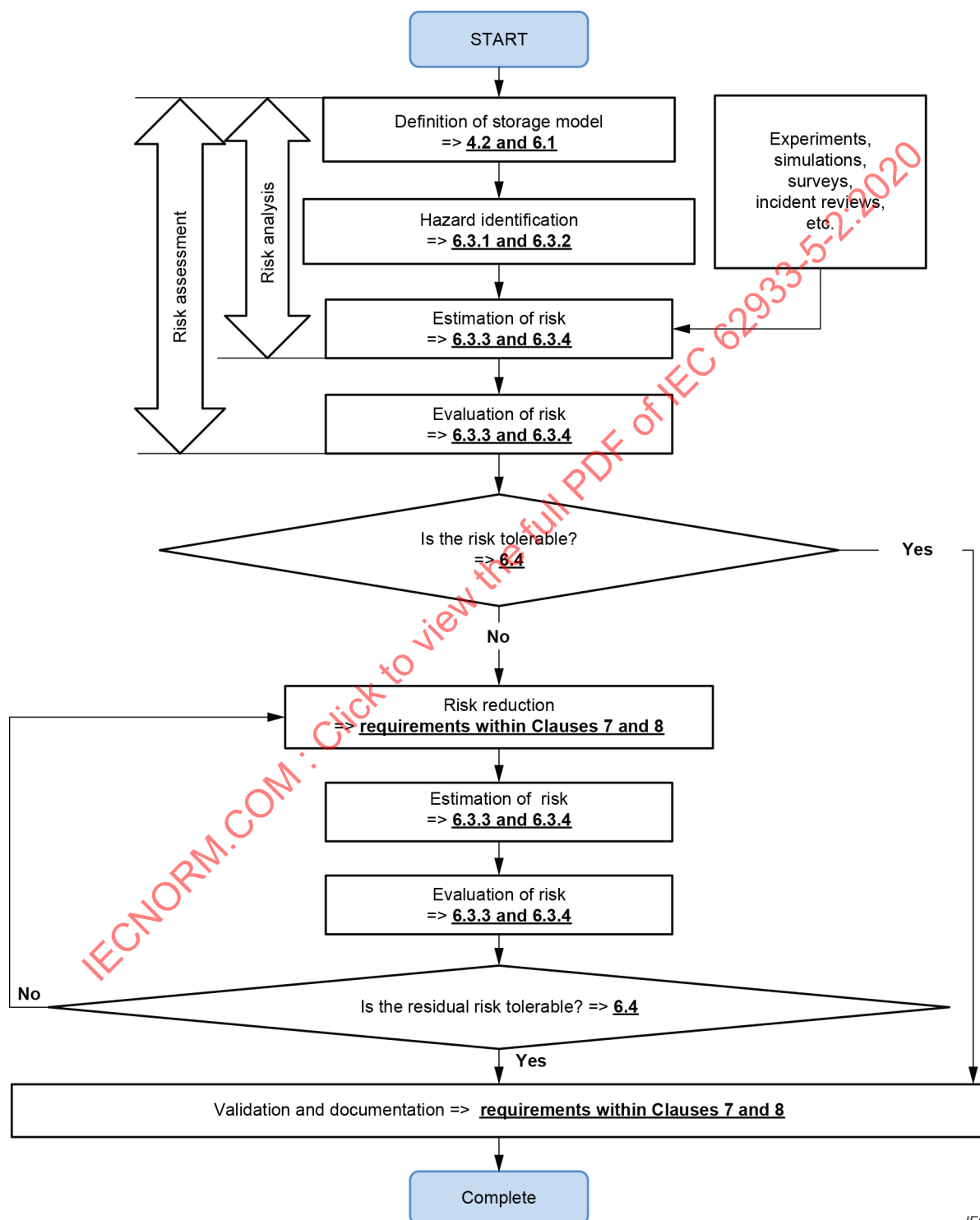


Figure 1 – General description for risk assessment and reduction of BESS

Risks can depend on many factors including location, chemistry and the size/scale (e.g. power) of the BESS and will need to be assessed accordingly. The location of BESS can range from single domestic situations, commercial and industrial applications, to utility scale systems; risks need to be assessed accordingly. Selection of chemistry for the electrochemical accumulation subsystem of the BESS can depend on their environment, performance characteristics and any associated costs and benefits.

As described in ISO/IEC Guide 51, risk reduction measures taken during design are "inherently safe design", "guards and protective devices", and "information for end users". Additional measures at the use phase (life cycle safety management) are also described in ISO/IEC Guide 51.

4.2 Approach to BESS safety

The design of the BESS and its intended installation and integration with the built environment shall accommodate the specific risks that arise during each phase of the BESS life cycle. These life cycle phases typically include, but are not limited to:

- manufacturing/final assembly and factory acceptance testing (see 7.10, 7.11, and 8.2);
- transport (see 7.10, 7.11, and 8.2);
- installation, commissioning and site acceptance testing (see 7.10, 7.11, 7.12 and 8.2);
- operation (see 7.13);
- maintenance and repair (see 7.13);
- repurposing or decommissioning (see 7.13).

During the installation process, soundness of communication among subsystems which are critical to minimizing risk and facilitating incident response shall be ensured to avoid any malfunctions of the protection subsystems. After the installation of the BESS, these subsystems shall be verified by inspection or other suitable means so that their proper functions are assured before the BESS is placed into service.

All health, safety and environment (HSE) requirements applicable to the BESS as installed shall be satisfied during system maintenance and repair.

The safety design considerations and risk analyses for each identified life cycle phase shall be documented and supplied in accordance with Clause 6 and 7.13.

A BESS that is designed and constructed to provide a specified level of reliability and durability shall include not only the levels of safety as a design feature of the overall system but also the subsystem safety level which is necessary to achieve the specified level. At the subsystem level, all integrated electrochemical energy storage subsystems shall comply with appropriate safety standards (e.g. IEC 62477-1, IEC 62619).

Safety measures for interactions between subsystems shall be consistent with the result of the system level safety risk assessment.

Commonly used electrochemical-based BESS POC (point of connection) voltages, energy capacity, site occupancy and chemistry of electrochemical accumulation subsystems are distinguished as listed in Table 1.

Detailed implementation of safety measures required in Clauses 7 and 8 can be optimized in accordance with the result of the system risk assessment of BESS (see Clause 6) using the basic conditions in Table 1.

NOTE 1 Chemistries that are not in common widespread use for stationary applications are not considered in this document but can be considered in future editions

NOTE 2 "Energy capacity" of BESS" means the total energy capacity of electrochemical accumulation subsystems which are equipped behind one POC.

Table 1 – BESS categories

Features for categorization	Category denominations	Explanation
"POC voltage" where BESS is connected	V-L	Low: $V \leq 1 \text{ kV AC or } 1,5 \text{ kV DC}$
	V-H	High: $V > 1 \text{ kV AC or } 1,5 \text{ kV DC}$
"Energy capacity" of BESS	E-S	Small: $E \leq 20 \text{ kWh}$
	E-L	Not small: $E > 20 \text{ kWh}$
"Site occupancy" in relation to electrochemical accumulation subsystem	S-O	Occupied site (see 3.2)
	S-U	Unoccupied site (see 3.2)
"Chemistry" of electrochemical accumulation subsystem	C-A	BESS using non-aqueous electrolyte battery (e.g. Li-based)
	C-B	BESS using aqueous electrolyte battery (e.g. Lead acid, Ni-based)
	C-C	BESS using high temperature battery (e.g. NaS, NaNiCl)
	C-D	BESS using flow battery
	C-Z	Others
NOTE 1 Denominations of BESS categorization are described as "V-X / E-X / S-X / C-X" in any requirements of this document (e.g. V-H / E-L / S-U / C-C). Some characteristics can be omitted if any limitation of category does not apply. NOTE 2 To apply this document to both BESS and other electrochemical-based EESS including chemical based supercapacitors, the latter EESS are included in category "C-Z". NOTE 3 Combinations of two or more electrochemical accumulation chemistries are included in category "C-Z".		

Examples of BESS use can be described as shown in Table 2.

Table 2 – Examples of BESS use

Use scene	Site	Access restrictions/conditions during operation and maintenance
Residential	Installed in individual homes or shared by a small number of homes and a large number of apartments buildings or villas.	Can be placed in a location that is not accessible for regular maintenance without cooperation of the inhabitants of the home and is not part of a professional operating and maintenance regime.
	An example of using Table 1 in this BESS use scene can be as follows: "V-L/E-S or L/S-O or U/C-A or B".	
Commercial	Installed in small businesses, shared by a large number of homes, or a mixture of the above uses such as a street or an apartment building.	Placed in a location that is accessible for regular maintenance during business hours and is usually part of a professional operating and maintenance regime.
	An example of using Table 1 in this BESS use scene can be as follows: "V-H or L/E-L/S-O or U/C-A, B, C or D".	
Industrial	Installed in large businesses such as factories, data centers, warehouses etc., or shared by a large number of homes, such as a city quarter.	Placed in a location that is accessible for regular maintenance during business hours and is part of a professional operating and maintenance regime.
	An example of using Table 1 in this BESS use scene can be as follows: "V-H/E-L/S-O or U/C-A, B, C or D".	
Utility	Connected directly to the utility grid.	Placed in a location that is continuously accessible for regular maintenance and is part of a professional operating and maintenance regime. The system is typically placed inside a restricted access area, or access to the system itself is restricted to authorized people.
	An example of using Table 1 in this BESS use scene can be as follows: "V-H/E-L/S-O or U/C-A, B, C or D".	

4.3 BESS changes in ownership, control or use

In all cases where a transfer of ownership or operational responsibility occurs, the monitoring log information should be transferred to the new owner as part of the system documentation, including measures for complying with the requirements in 7.13.2 and 7.13.3. When it is necessary to control identified BESS risks, there should be clarification on the roles and responsibilities for managing and controlling any existing or new safety risks arising out of the changes that are planned or have taken place.

Annex A provides further information regarding ownership of BESS.

5 Hazard considerations

The general hazard considerations for EESS in IEC TS 62933-5-1:2017, Clause 5, are applicable.

6 BESS system risk assessment

6.1 BESS structure

6.1.1 General characteristics

A storage model of the BESS shall be created for appropriate safety risk assessment with clarifying features as shown below.

An example of a BESS including a primary POC, auxiliary POC and control subsystem is shown in Figure 2 and Table 2. In some cases, it is possible that one or more subsystems or components are not present. The communication arrangements between management, communication, protection and the other subsystems are shown as dotted arrow lines.

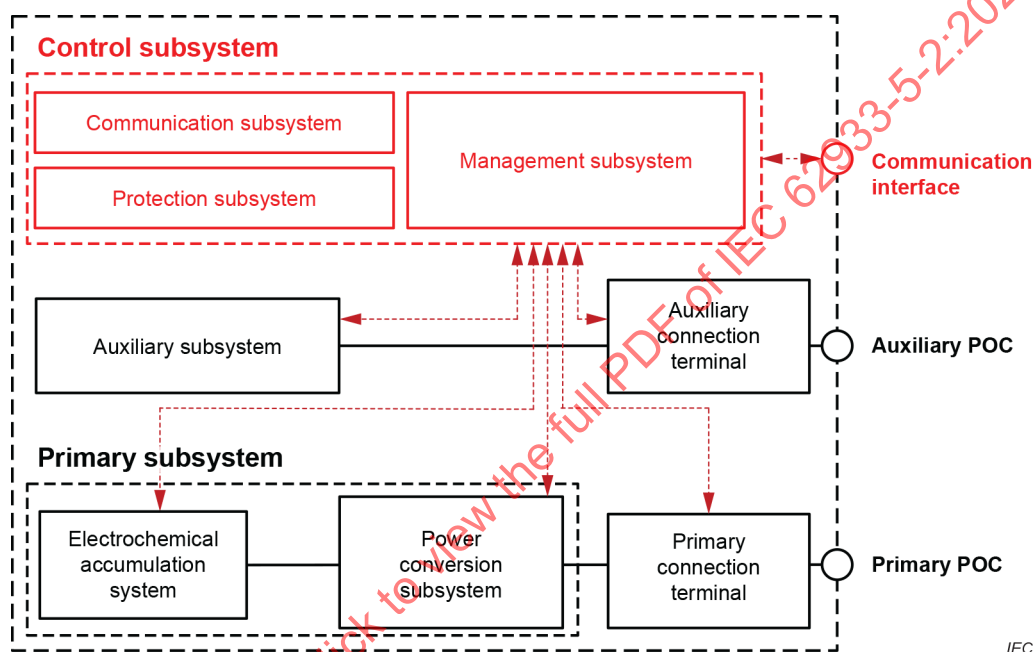


Figure 2 – An example of BESS architecture

NOTE Figure 2 is an example and shows a typical BESS architecture. There can be cases which do not fit in Figure 2.

Table 3 – Examples of components within subsystems of a BESS

"Subsystems"	"Components"
Management subsystem	System controller and/or energy management system
Communication subsystem	Operation panel (human interface), system communication and/or monitoring, meter communication
Protection subsystem	Relays (earth, overcurrent, over-voltage, under-voltage, over-frequency, under-frequency, etc.)
Auxiliary subsystem	Fire, heat, and/or smoke detection system(s), fire suppression system, fire extinguisher, HVAC (heating, ventilation and air conditioning), system anchors, auxiliary transformers, auxiliary power distribution switchgear, auxiliary power uninterruptible power supply (UPS)
Auxiliary connection terminal	Connection terminals, cable (type, fire rating, thermal rating, chemical rating, size and flexibility)
Electrochemical accumulation subsystem	Battery (incl. battery management system), communication devices, protective devices, mechanical fixing, cables NOTE There are many cases where BESS include multiple numbers or types of electrochemical accumulation subsystems
Power conversion subsystem	Transformer, AC/DC converter, inverter, PCS controller, switches
Primary connection terminal	Connection terminal, cable (type, thermal rating, chemical rating, size and flexibility)
Others	Room and/or building/enclosure, foundation, water supply, HVAC system of the building, fuses, safety markings

6.1.2 Specific characteristics

The main types of BESS that have been previously categorized according to 4.2 can differ not only in the chemistry of the electrochemical accumulation subsystem but also according to the type of auxiliary subsystems as given below:

- specific auxiliary subsystem of category "C-C" (BESS using high temperature battery)
 - electrochemical accumulation subsystem heating circuit
- specific auxiliary subsystem of category "C-D" (BESS using flow battery)
 - heat exchanger
 - fluid management system (pump, tank, piping, valve. etc)

6.2 Description of BESS conditions

The basic description of BESS conditions shall be categorized in accordance with Table 1 (see 4.2). The more detailed description in accordance with IEC TS 62933-5-1:2017, 6.2, is applicable to BESS.

6.3 Risk analysis

6.3.1 General

A risk analysis (hazard identification and risk estimation) of the BESS shall be carried out in accordance with 4.1, 4.2, 6.3.2, 6.3.3 and 6.3.4.

The general considerations for analysing any risk of EESS are described in IEC TS 62933-5-1.

An iterative approach shall be applied (because several successive applications can reduce the risk and make the best use with available technology). In carrying out this process, it is necessary to consider the safety of the BESS during all the phases of its life cycle.

Useful information about BESS hazards and risks is provided in Annex B.

6.3.2 Hazard identification specific to BESS

The scenario, as a result of BESS risk assessment, shall include specific subsystem failure modes (identified hazards specific to BESS) as starting points for the analysis.

6.3.3 Risk consideration

BESS risk scenarios shall include all interactions between subsystems. Examples of scenarios include but are not limited to:

- propagation from electrochemical accumulation subsystem(s) to others;
- propagation from non-accumulation subsystems;
- simultaneous failures/faults of multiple subsystems;
- loss of subsystem function related to safety.

6.3.4 System level risk analysis

The system level BESS risk shall be assessed at a component, module and final system level. A suitable analysis shall be performed to demonstrate that suitable risk analysis has been carried out at a component, module and final system level.

The general conditions of "system level risk analysis" are described in IEC TS 62933-5-1:2017, 6.3.3.

The system level BESS risk analysis shall be performed based on the risk (BESS size/severity) and complexity of the system using one of the following techniques or an equivalent one:

- bottom-up first principles risk analysis (e.g. failure mode and effect analysis (FMEA): see IEC 60812);
- top-down analysis (e.g. fault tree analysis (FTA): see IEC 61025);
- combined and/or integrated analysis (e.g. hazard and operability study (HAZOP): see IEC 61882, STAMP (systems theoretic accident model and processes)).

6.4 System level risk assessment

All risks shall be assessed for their impact on operators, users and neighbours who may occupy the site of BESS, and graded as tolerable or not.

NOTE If the systems are reliant upon electronics and software, an evaluation of the functionality of these controls would be conducted. A suitable functional safety standard for example, can be utilized for this purpose.

If some risks are not tolerable, appropriate measures shall be taken, according to the requirements in Clauses 7 and 8.

Documentation attached to the assessment and reduction of risk of the BESS shall be available and shall comprise all requirements specified in Clause 6.

7 Requirements necessary to reduce risks

7.1 General measures to reduce risks

The general safety considerations for an EESS are described in IEC TS 62933-5-1:2017, 7.1.

The priority of risk reduction approaches (from ISO/IEC Guide 51:2014, 6.3.5) shall be:

- a) inherently safe design;
- b) guards and protective devices;

c) information for end users.

Inherently safe design measures are the first and most important step in the risk reduction process. This is because protective measures inherent to the characteristics of the product or system are likely to remain effective, whereas experience has shown that even well-designed guards and protective devices can fail or be violated, and information for use might not be followed.

Guards and protective devices shall be used whenever an inherently safe design measure does not reasonably make it possible either to remove hazards or to sufficiently reduce risks. Complementary protective measures involving additional equipment (e.g. emergency stop equipment) might have to be implemented.

The end user has a role to play in the risk reduction procedure by complying with the information provided by the designer/supplier. However, information for use shall not be a substitute for the correct application of inherently safe design measures, guards or complementary protective measures.

All the safety design measures required in 7.2 to 7.12 shall be considered in accordance with BESS risk assessment processes specified in Clause 6.

NOTE Some of the specified measures can be waived provided that clear demonstration is made in the risk assessment that safety objectives supported by the waived measures are clearly achieved, even without the implementation of the concerned measure.

7.2 Preventive measures against damage to neighbouring inhabitants

The general safety considerations of EESS described in IEC TS 62933-5-1:2017, 7.2, are applicable.

7.3 Preventive measures against physical injury or damage to the health of workers and residents

The general safety considerations of EESS described in IEC TS 62933-5-1:2017, 7.3, are applicable.

7.4 Overcurrent protection design

The general safety considerations of EESS described in IEC TS 62933-5-1:2017, 7.4, are applicable.

7.5 BESS disconnection and shutdown

The general safety considerations of EESS described in IEC TS 62933-5-1:2017, 7.5, are applicable. Additional safety requirements necessary to reduce risks of BESS during disconnection and shutdown are described in 7.11.2.

7.6 Operation and maintenance

The general safety considerations of EESS described in IEC TS 62933-5-1:2017, 7.6.

7.7 Staff training

The general safety considerations of EESS described in IEC TS 62933-5-1:2017, 7.7, are applicable.

7.8 Safety design

The general safety considerations of EESS described in IEC TS 62933-5-1:2017, 7.8, are applicable. Additional safety requirements necessary to reduce the risks of BESS through safety design are described in 7.10, 7.11.1, 7.11.3, and 7.12.

7.9 General requirements for BESS safety

Any failure or fault with a subsystem should not be spread outside of the subsystem itself.

Any subsystem that develops a fault which could affect the safe operation of the BESS should be capable of being isolated from other subsystems. The safety functions of subsystems shall not be affected by such isolation and shall operate independently.

The BESS design should minimize noise, vibration and extreme temperatures generated from the BESS.

The architecture of subsystems within the BESS should not prevent operators from recognizing hazardous parts, sections and conditions.

Additionally, for category "V-H" BESS, measures shall be taken for preventing any remote dangerous operations if no evidence can be obtained that no worker is at risk at the site.

Ergonomic principles specified in an appropriate standard (e.g. ISO 9241 (all parts)) should be taken into account in designing machinery so as to reduce the mental or physical stress of, and strain on, the operator. These principles should be considered when allocating functions to operator and machine (degree of automation) in the basic design.

7.10 Inherently safe design of BESS

7.10.1 Protection from electrical hazards

The electrical installation of category "V-L" BESS shall be in accordance with appropriate parts of the IEC 60364 series.

The electrical installation of category "V-H" BESS shall be in accordance with IEC 61936-1 and IEC 60364 (all parts).

The electrical protection for any DC subsystem shall be safe in accordance with IEC 61660-1 and IEC 61660-2.

The live parts of subsystems and the components of BESS that have hazardous voltage (above extra-low voltage (ELV)) circuits shall not be accessible to unauthorized people. The parts of BESS which are likely to cause electric shock shall be securely covered. The conductive parts of BESS which people are likely to touch shall not be connected to any parts at hazardous voltage. The protection can be achieved by one of the following methods:

- preventing a current from passing through the body of any person or any livestock;
- limiting the current which can pass through a body to a non-hazardous value.

The electric wires and insulation shall each be rated for the maximum current, voltage and temperature.

All conductive parts of a BESS which can come in contact with a hazardous voltage through a single insulation fault shall be connected to earth in accordance with appropriate standards, manufacturer instructions and local regulations.

The physical spacing of circuits, including securing leads and terminals, etc., shall be sufficient to prevent inadvertent short-circuits and/or the potential for arc flash.

Connection points of bare conductors shall be appropriately spaced and of suitable structure to prevent inadvertent short-circuits between electrochemical accumulation subsystems.

A risk assessment in accordance with the procedures contained in IEC 62305-2 shall be made to evaluate if lightning protection is needed. If the assessment indicates that protection against lightning is required, then it shall be provided.

The voltage measurement systems associated with the BESS should use a voltage reference.

Safety-related components (for example, certain sensors) of known reliability shall be used.

Protective devices, such as guards, shall be designed to be effective, as their failure can expose persons to hazards, and also because a reduction in their effectiveness could encourage attempts to defeat them.

The touch current and discharge energy shall be limited in accordance with IEC 62477-1:2012, 4.4.3.4.

The BESS shall be provided with an overcurrent protection function at the electrochemical accumulation subsystem connection.

Duplication (or redundancy) of components may be used so that, if one component fails, another component or components continue to perform the respective function(s), thereby ensuring that the safety function remains available.

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed in accordance with 8.2.1.3, 8.2.1.4, 8.2.1.5, and 8.2.1.6.

7.10.2 Protection from mechanical hazards

The components which people are likely to touch shall not have sharp edges.

Where edges or corners could be hazardous to personnel depending on the location or application in the equipment, they shall be rounded or smoothed.

Hazardous moving parts of the equipment (which means moving parts that have the potential to cause injury) shall be so arranged, enclosed or guarded as to reduce the risk of injury to persons.

The structure of the BESS shall have adequate protection and reduce the risk of subsystems and components dropping during operating conditions, transportation, assembly, installation and disassembly.

The BESS shall be designed to keep operators and workers safe in normal operation.

The location and structure of the BESS shall be such as to not cause risks to workers in the event of component malfunction.

Failure of interconnections between BESS subsystems shall not lead to a hazardous situation.

The BESS shall be designed and installed to allow the installation and removal of battery modules using appropriate lifting equipment, unless the weight of the individual modules is low enough to be safely handled by at most two people.

Validation shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance 8.2.2.1, 8.2.2.2 and 8.2.2.3.

7.10.3 Protection from explosion

Flammable materials shall not be placed in the path of gas or heat exhaust from electrochemical accumulation subsystems.

Control subsystems and those components placed in any explosive atmospheres shall be provided with a suitable gas purging system in accordance with appropriate standards, manufacturer instructions and local regulations.

A BESS enclosure or compartment shall not vent any flammable gases into any enclosed spaces where arc-producing elements are located.

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.3.1, 8.2.3.2 and 8.2.3.3.

7.10.4 Protection from hazards arising from electric, magnetic, and electromagnetic fields

Safety functions of safety-related subsystems of BESS shall not be disturbed by electric, magnetic, and electromagnetic fields.

Where expected electric, magnetic, and electromagnetic noise levels could have an adverse impact on the operation of the BESS, the BESS shall be adequately protected to reduce those noise levels within the system manufacturer's instructions.

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.4.

7.10.5 Protection from fire hazards

Only non-combustible materials shall be used in the construction of the BESS enclosure or supporting structures and assemblies.

NOTE The non-combustibility test is described in ISO 1182.

Integration of electrochemical accumulation subsystems and their surroundings shall be designed to prevent chains of thermochemical reactions or fire propagation (e.g. separating into a battery section, charging equipment section and a section which includes a DC conductor, circuit breaker and discharge circuit). Where applicable, both fire and thermal risks that are adjacent to the BESS shall also be considered.

Compliance shall be reviewed by conducting safety design checks in accordance with the result of system level risk assessments (see Clause 6). Fire-load calculations on the BESS, or the experimental fire characteristics recommended in 8.2.5 with details in Annex C are applicable for the process of system risk assessment.

The inside of the BESS shall be separated into a battery section, charging equipment section and a section which includes a circuit breaker and discharge circuit, using fire-proof partitions (e.g. metal plates, non-flammable boards, etc.).

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.5.

7.10.6 Protection from temperature hazards

The components that have the potential to be at high temperature shall not be accessible to operators or any other personnel. The parts which are likely to cause burns shall be securely covered.

Thermal partition such as a metal plate or appropriate physical spacing shall be provided between the electrochemical accumulation subsystems and the control subsystem.

7.10.7 Protection from chemical effects

The choice of materials used in enclosures and wires of the BESS shall consider degradation, corrosion, wear (due to long-term use) and toxicity in accordance with the system risk analysis performed and local regulations.

Consideration shall be given to adverse long-term changes in electrical and mechanical properties of certain insulating materials.

The effects of electrolyte spillage from the battery shall be prevented. This requirement does not apply to batteries with sealed structures.

The structure of the BESS shall be designed to prevent the scattering of hazardous fluid from electrodes or electrolytes in electrochemical accumulation subsystems in accordance with local regulations.

7.10.8 Protection from hazards arising from auxiliary, control and communication system malfunctions

Equipment shall be so designed that the risk of fire or electric shock due to mechanical or electrical overload or failure, or due to an abnormal operation or careless use, is limited as far as practicable. After an abnormal operation or a single fault, the equipment shall remain safe for an operator within the meaning of this document, but it is not required that the equipment still be in full working order. It is permitted to use fusible links, thermal cut-outs, overcurrent protection or similar devices as long as they are able to provide adequate protection.

BESS shall be designed to prevent a hazardous condition even if the energy supply (from both a primary POC and an auxiliary POC) is interrupted or has fluctuated.

When a safety critical component fails or operates abnormally, the system shall enter a safe state automatically.

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.8.

Guidance on conducting single fault conditions on control and other circuits can be found in IEC 62368-1.

Operator safety after an abnormal operation or a single fault should be checked by system testing with suitable simulated signals in accordance with IEC 62368-1.

7.10.9 Protection from hazards arising from environments

7.10.9.1 General

The BESS shall be designed to prevent a hazardous condition even if the BESS is exposed to conditions as given in 7.10.9.2 and 7.10.9.3.

7.10.9.2 Exposure to moisture ingress

The BESS shall be designed to prevent the effect from moisture ingress.

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.9.2.

For category “S-U” BESS, a minimum IP code of IPX4 shall be determined in accordance with IEC 60529.

7.10.9.3 Exposure to marine environments

In case of installation in marine environments, the BESS shall be designed so as not to result in hazardous events during or after exposure to marine environments (e.g. salt fog).

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.9.3.

7.11 Guards and protective measures

7.11.1 General

In addition to the inherently safe design of the BESS which is described in 7.10, guards and protective measures shall be used in a BESS. The minimum requirements of the guards and protective measures are given in 7.11.

Access control is integral to safe operation of a BESS, and appropriate locks and restriction to unauthorized personnel access shall be included in the system design. A safety interlock shall be provided where hazards within the context of this document are normally present and operator access involves areas normally presenting hazards within the context of this document.

The battery management system in any electrochemical accumulation subsystem shall monitor all relevant safety parameters of the battery as required in the applicable standards and report those parameters to the control subsystem.

For those BESS located where there is the potential for direct contact by untrained persons, a minimum IP code of IP2X shall be determined in accordance with IEC 60529.

7.11.2 BESS disconnection and shutdown

7.11.2.1 General

In addition to the operational states that are defined in IEC TS 62933-5-1:2017, 7.5, a non-operational condition (the isolated condition for maintenance) is defined in this document. The isolated condition for maintenance is a system condition that allows for safe working on the DC power circuitry and electrochemical accumulation subsystem.

7.11.2.2 Grid disconnected state

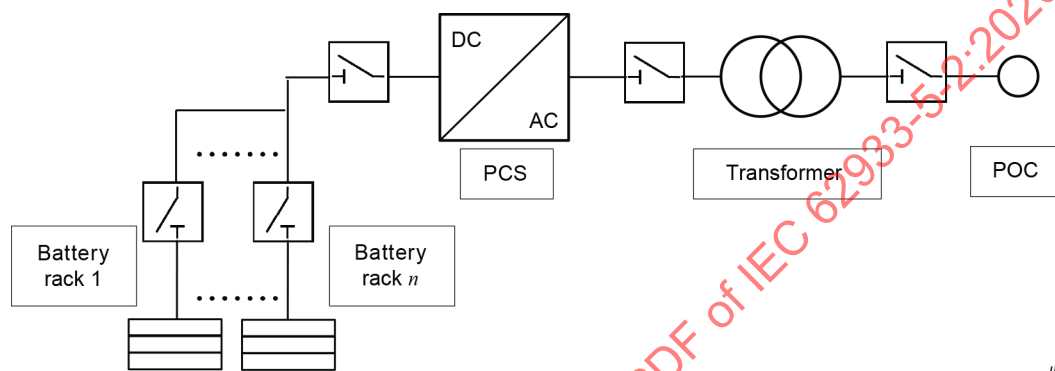
The general requirements that are described in IEC TS 62933-5-1 shall apply. Additionally, isolating devices shall be used to allow local manual operation to override remote operation. The isolating devices shall be lockable in the disconnected state.

7.11.2.3 Stopped state

In the stopped state, the system has performed a shutdown sequence which includes the disconnection of the electrochemical accumulation subsystem from the power conversion subsystem, and the disconnection of the power conversion subsystem from the primary connection terminal. The stopped state can result from a regular command, or an emergency shutdown event command. Auxiliary power is still present to facilitate an automatic power-up sequence, or to power monitoring systems. This state is typically achieved using contactors or motorized circuit breakers. During their installation, the possibility of automatic re-energization or insufficient isolation should be minimized for workers on the site.

7.11.2.4 Isolated condition for maintenance

In the isolated condition for maintenance, it should be safe to work on at least the DC power circuit and storage component of the system. The whole isolation of the BESS (see Figure 3) or the partial isolation around the DC side of the BESS may be selected in accordance with the area that should be maintained. The BESS shall be capable of being locked in the isolated condition locally or via a removable disconnection tool so that it can only be connected by authorized personnel after the maintenance procedure. In order to bring the system to an isolated condition, the BESS shall first be brought to the stopped state as defined above. It shall then be capable of being brought and locked into a grid disconnected state, and then it shall be safely isolated (including keeping any power supply for safety-related subsystems of the BESS active). Consideration may be given to providing visible isolation with the lockable isolation device as is required in some jurisdictions.



IEC

Figure 3 – Example of isolated condition (whole isolation of BESS)

The procedure to isolate the system shall:

- allow for disabling of the fire suppression system where a release of the fire suppression agent can be harmful to people working in or near the system;
- allow the fire detection systems, HVAC, lighting and utility outlets to remain operational in the isolated state, to provide safe and comfortable working conditions.

The instructions to isolate the system shall:

- be permanently attached to the system in a single location that is easily accessible to the person who carries out the system isolation;
- provide clear instructions and checks to achieve and confirm full isolation of the system;
- provide clear instructions for restoring the system back to the operational (stopped) state.

The individual isolating devices referred to by the instructions shall be clearly marked.

7.11.3 Other guards and protective functions of BESS

7.11.3.1 Protection from electrical hazards

Protective devices and electric circuits shall be properly rated to protect electric circuits against short-circuits.

Electrochemical accumulation subsystems (within the energy storage) shall be provided with a protective function to stop or limit short-circuit currents.

Earth fault protection shall be kept within both the AC and the DC sides of the power conversion subsystem. Detection of an earth fault shall be reported to operators. This protection is mandatory if the AC and DC side are electrically isolated from a distribution grid. DC side protection is not necessary for safety extra-low voltage (SELV) battery voltage.

The BESS shall protect the batteries against overcharge and impulse voltage, including under a single fault condition within the charger. Protection can be accomplished by turning off the charger, or by interrupting the charging current or varistor. If an overcharge happens, it shall be reported (to operators) by both audible alerts and visual signals.

The complete rating of a replaceable fuse should be marked on the fuse holder or adjacent to the fuse holder so that the rating of a fuse is obvious even if the fuse is removed. Other necessary information such as I^2t time delay or breaking capacity shall be indicated with the rating. The fuse replacement procedure shall be described in the BESS information described by the safety design and functions set out in 7.12.

Overcurrent conditions in electrochemical accumulation subsystems shall be reported to operators.

Limited current circuits shall be so designed that the limits are not exceeded under normal operating conditions and in the event of a single failure within the equipment. If an overcurrent happens, it shall be reported to operators.

Unintentional islanding of BESS should be considered in accordance with IEC TS 62933-5-1:2017, 6.2.8.

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.1.1 and 8.2.1.2.

7.11.3.2 Protection from mechanical hazards

BESS enclosures that provide protection from access to hazardous parts shall be sufficiently robust to prevent mechanical damage due to possible mechanical abuse.

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.2.1 and 8.2.2.2.

7.11.3.3 Protection from explosion

In conditions of category "V-L/S-O/C-A, C-B, C-D and C-Z", detection systems for flammable gases generated by the electrochemical accumulation subsystems shall be provided at the site where the BESS is located. When a flammable gas is detected, it shall be reported (to operators) by both audible alerts and visual signals. It is a requirement of this document that the BESS cannot be installed in the site without any detection systems for flammable gases and that this requirement shall be contained in the installation manuals.

Category "V-L/S-U/C-A, C-B, C-D and C-Z" BESS shall have appropriate signage to identify restricted areas. The sign shall specify that flammable gases can be released from the BESS.

Category "V-H/S-O/C-A, C-B, C-D and C-Z" BESS themselves shall be provided with detection systems for flammable gases generated by electrochemical accumulation subsystems. An incident of flammable gas detection shall be reported (to operators) by both audible alerts and visual signals. The handling procedure of the detection systems shall be described in the system documentation as described in 7.12.

In category "V-H/S-U/C-A, C-B, C-D and C-Z" BESS, the path of exhausted flammable gases shall be identified and documented in the installation manual. Appropriate signage to identify a restricted area shall be provided around any flammable gas outlet. Information of the path of the exhausted flammable gases shall be provided by the supplier to the owner.

In category "C-A, C-B, C-D and C-Z" BESS, electrochemical accumulation subsystems can exhaust hydrogen. To prevent explosion or fire, the BESS shall not have any ignition sources where the density of hydrogen can be over 4 % (lower explosion limit of hydrogen) at the time of any incidents.

For category "V-H/C-A, C-B, C-D and C-Z" BESS, appropriate reliable and/or redundant means to avoid flammable gas build-up inside the BESS shall be implemented.

Category "V-L/S-O/C-A, C-B, C-D and C-Z" BESS shall be located in the site with appropriate ventilation systems.

Category "V-H/S-O/C-A, C-B, C-D and C-Z" BESS shall be installed with appropriate ventilation systems as provided for in the following:

- the ventilation systems shall be able to keep an appropriate temperature within the enclosure,
- forced ventilation systems shall be provided where there is insufficient natural ventilation,
- the ventilation openings shall be designed and installed to prevent the spread of fires and water ingress.

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.3.1, 8.2.3.2 and 8.2.3.3.

7.11.3.4 Protection from fire hazards

A risk of fire can result from excessive temperatures either under normal operating conditions or due to overload, component failure, insulation breakdown or loose connections. Fires originating within the equipment should not spread beyond the immediate vicinity of the source of the fire, nor cause damage to the surroundings or the equipment.

Category "S-O" BESS shall have a fire detection system, fire alarms deploying both audible alerts and visual signals, and fire extinguishers within the BESS location.

For category "S-O" BESS, if the electrochemical accumulation subsystems of the BESS have doors, the doors shall be fire-protecting doors.

Category "S-U" BESS shall have a fire detection system, fire alarms deploying both audible alerts and visual signals, and fire extinguishers within a safe and easily accessible location.

A signal of fire detection sent from the fire detection system shall be transmitted to the fire alarms with location data via a communication network and fire suppression system, or via secure relays and receivers where applicable.

If a fire incident is detected, the fire suppression system, if any, shall automatically operate and the fire alarms shall be automatically started.

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.5.

7.11.3.5 Protection from temperature hazards

The BESS can have one or more critical temperatures which should be identified. According to the identified critical temperatures (e.g. touchable surface temperatures, power electronic component temperatures, and electrochemical accumulation subsystem temperatures), safety provisions shall be implemented to prevent these temperatures from being reached within the BESS.

Safety-related components (for example, certain sensors) of known reliability shall be used.

It shall be possible for operators to monitor the temperatures of the internal atmosphere of a system enclosure.

It shall be possible for operators to monitor the temperatures of subsystems in the BESS.

It shall be possible for operators to monitor operating conditions of ventilation subsystems, and detection of abnormal conditions shall be reported to operators.

When the monitored temperature(s) exceed(s) the(those) limit(s) provided by the manufacturer, it shall be reported to operators.

Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.6.1, 8.2.6.2 and 8.2.6.3.

7.11.3.6 Protection from chemical effects

Containment and/or neutralization of spilt hazardous fluids shall be provided. Methods utilized for containment shall be sufficient to hold the maximum quantity of fluids that could occur and if located outdoors designed to prevent inadvertent filling with rain. Instructions regarding the provision of suitable spill containment and neutralization shall be provided by the system manufacturer with the installation instructions.

For category "C-D" BESS, an automatic leak detection to indicate the release of hazardous fluids shall be provided.

For category "E-S/S-O" BESS, a detection system for toxic gases generated by electrochemical accumulation subsystems shall be provided on the BESS site. An incident of toxic gas detection shall be reported (to operators) by both audible alerts and visual signals. Installation manuals shall include a statement that the BESS cannot be installed in the site without toxic gases detection systems.

For category "E-S/S-U" BESS, appropriate signage to indicate a restricted area shall be provided at the site where the BESS is located or on the BESS itself. The sign shall specify that toxic gases can be released from the BESS.

For category "E-L/S-O" BESS, a detection system for toxic gases generated by electrochemical accumulation subsystems shall be provided in the BESS. An incident of toxic gas detection shall be reported (to operators) by suitable alerts and signals (e.g. audible and visual). Installation manuals shall include information on how to handle the detection system for toxic gases.

For category "E-L/S-U" BESS, the path of exhausted toxic gases shall be identified and documented in the installation manual. Appropriate signage to identify a restricted area shall be provided around an outlet. Information of the path of exhausted toxic gases shall be provided by the supplier to the owner.

For category "S-O" BESS, gas concentration reduction measures shall be provided in order to protect the work space from the high density of toxic gases from electrochemical accumulation subsystems in the BESS.

Category "E-S/S-O" BESS shall be located in the sites that have protective measures against the hazards above such as, but not limited to:

- elimination of the generation of hazardous chemicals,
- dilution of hazardous chemicals,
- collection of hazardous chemicals (e.g. by a scrubber for hazardous gases),
- limitation of human access.

Category “E-L / S-O” BESS shall be installed with the protective measures described above. Testing shall be conducted, and compliance shall be assessed, in accordance with 8.2.7.1, 8.2.7.2, and 8.2.7.3.

7.12 Information for end users

Safety information as listed below should be available for end users:

- Warning signs and signals (including any limitation of available environments, confirmed by the validation and testing specified in 8.2.9).
- On-site signage and labelling which show any hazardous part of the BESS clearly.
- Warning devices (audible alerts and visual signals), or others.
- A sequence diagram of safety designs shall be described via methods as specified in an appropriate international standard (an example of a reference document is IEC 60617 (all parts)).
- All the BESS information about the safety design and functions shall be kept accessible and available to all applicable BESS stakeholders.

For rooms of electrochemical accumulation subsystems, appropriate information on the required flow of air shall be provided in the installation instructions where the electrochemical accumulation subsystem installation is supplied with the BESS. See Annex F for good practice for warning signs regarding BESS safety.

Any other necessary information shall be provided in accordance with local regulations.

7.13 Life cycle safety management

7.13.1 Operation and maintenance

7.13.1.1 General

Any party which has responsibility for operations and maintenance should be mindful of their own safety when they work near the BESS. Incorrect operation and inadequate or neglected maintenance can cause harm by fire, gas poisoning and electric shock. It is necessary for all stakeholders to protect themselves from such risks.

Most BESS are expected to be operated automatically and remotely via information networks. The BESS is expected to be operational for decades. During such time, BESS parts will be replaced at regular scheduled preventive maintenance or as the result of unplanned events, such as the maintenance plan, preventive maintenance, system condition monitoring, partial subsystems or component replacement, or design change due to ageing degradation.

NOTE The replacement will take into account the potential for any secondary use.

The availability of original parts for repair and replacement can be limited, or the parts can be unavailable and compatible parts might be used. From a systems safety perspective, replacement parts shall be confirmed to be safe in the system before replacement because combinations of those parts or subsystems are important for monitoring of the system condition.

Any changes by on-site workers shall not be overwritten by any remote actions during the maintenance process by off-site workers to keep on-site workers safe. Consideration shall be given to adverse long-term changes in the electrical and mechanical properties of certain insulating materials.

7.13.1.2 Operation and maintenance plan

An emergency response plan for safety shall be prepared, which shall include the requirements of 7.13.1.2.

A safety manual shall include at least descriptions of methods to communicate BESS problems, warnings to local firefighting agencies, workers and the surrounding residents, and the correct use of insulated tools.

When adjusting with a screwdriver or a similar tool while under applied voltage, protection against electric shock or energy hazard caused by inadvertent touch to the applied voltage sections shall be provided. Measures shall be taken to ensure that possibility of inadvertent touch to incorrect parts with the tool is considered in the protection design.

An operation and maintenance manual shall be provided to the BESS owner or their designated agent and include but not be limited to:

- a) how to maintain safety during maintenance (including safety instructions and specification of required personal protective equipment (PPE) for the various maintenance operations),
- b) methods to detect, manage and control fire, explosion and toxic gas retention, etc., including possibilities for venting gases outside in an emergency situation,
- c) prohibited operating processes, for example,
 - prohibition of overcharge
 - prohibition of over discharge (to avoid polarity inversion)
 - prohibition of charge or discharge in operating temperature exceeding the limit provided by the manufacturer
- d) emergency contact number(s),
- e) safety issues to be disclosed in public (e.g. restricted area around the BESS),
- f) how to use safety subsystems,
- g) how to use protection subsystems,
- h) locking and unlocking procedures of all the protection subsystems,
- i) the identification and specification of hazardous parts of the BESS.,

NOTE These requirements do not prevent any other necessary safety issues from being described within any manuals and guidelines.

Information concerning the design and the installation processes shall always be accessible and checked during maintenance processes which might include following:

- The BESS components that are operated frequently under automatic and/or remote control.
- Failure and/or malfunctions can be caused by the ingress of soil, overgrowth of plants, filter or clogging up of filter or pipe, etc.
- Cleaning and consumable replacement schedules should be included in the operation and maintenance plan.
- The nature and content of the design or construction safety information that is to be provided to users by the supplier or manufacturer. This shall include but may not be limited to:
 - all subsystem parameters related to safety,
 - combination of subsystems and software that may impact on system safety for equivalent (replacement) devices,
 - past trouble instances, issues and quality problems associated with replacement of devices that may be deemed equivalent,
 - measurement accuracy and the condition of installation of sensors,
 - sensitivity and the condition of installation of gas sensors.

Information concerning the necessity to ensure that the equipment is unlikely to present a hazard within the meaning of this document during the operation specified by the supplier shall be provided to the user.

If it is necessary to take special precautions to avoid the introduction of hazards when operating, installing, servicing, transporting or storing equipment, the necessary instructions shall be made available.

7.13.1.3 Preventive maintenance

A periodic maintenance schedule shall be developed by the manufacturer or system integrator. The periodic maintenance schedule should include consideration of frequency of use, time elapsed, and ambient environment. Maintenance should include the overall system, each subsystem and subsystem devices.

Regular preventive maintenance such as cleaning and consumables replacement with system monitoring is a key component of safety from a systems perspective. Reactive maintenance is also required for occurrences that a scheduled maintenance would not pick up on and that impact system integrity, such as the ingress of water or soil due to unexpected weather conditions, or when animals such as birds or rodents impact the integrity of the system enclosure.

The malfunction and performance degradation of components and/or parts of the system or the subsystems due to long term use should be considered. They can be present without obvious signs. There can be no obvious indications of the malfunctions of the circuit breakers, lights, ventilation fans. For example, circuit breaking functions can fail when cables from both the contacts of the circuit breaker are welded together. The malfunctions of lights and ventilating fans can only be noticeable after their activation. Measuring and monitoring of system soundness as described in 7.13.1.4 shall be considered to increase the safety of BESS.

Safety manuals for operation and maintenance of the BESS required in 7.13.1.2 shall be utilized by workers under the supervision of trained operators and/or maintenance staff.

7.13.1.4 Measuring and monitoring of system condition

Measuring and monitoring of system soundness are essential for preventive and reactive maintenance. Items that form part of the measuring and monitoring of the system soundness test should be based on knowledge gained from past incidents and risk analysis utilizing FTA, FMEA, etc. The detection of malfunctions and performance degradations should be considered. In most cases the BESS are likely to be operated remotely without trained operators. In such cases, the BESS soundness should be remotely monitored.

At least all the parameters that have been found important for system condition, during the risk analysis, shall be measured and monitored, and the logged information shall be made available to the operators (e.g. voltage, current, temperature, state of charge (SOC), etc.).

During operation and after shutdown, it is important to monitor the parameters to understand the condition of the battery from the point of view of safety. For example, there is a possibility of thermal runaway inside batteries even after disconnection from the grid. Remote monitoring of system soundness shall be continued after disconnection.

Monitoring and controlling functions shall be continually maintained to detect the abnormal status of the BESS under automatic and/or remote control.

7.13.1.5 Staff training

For category "E-S" BESS, any requirement of 7.13.1.5 shall apply to the staff training for the service staff of BESS suppliers.

For category "E-L" BESS, any requirement of 7.13.1.5 shall apply to the staff training for the staff of both the BESS suppliers and operators in accordance with the result of the risk assessment process (see Clause 6).

Staff training shall include safety skills and information. At the installation phase, the BESS provider and subsystem manufacturer shall provide the operating and safety manuals to the owner, installer and operator. These manuals shall include a description on permitted operation and a description of prohibited operation.

Training guidelines and manuals should be prepared using information identified in 7.12. This information should be provided by the supplier and include, but not be limited to:

- evacuation procedure;
- evacuation guidance;
- use of a fire extinguisher or, if any, a fire suppression system in the early stage;
- information communication;
- directions for the use of essential protection tools (e.g. protection instrument, protection equipment including personal protective equipment, and the safety data sheets (SDS) of key chemicals of the BESS subsystems);
- how to retain and record knowledge for the prevention of burns and electric shocks;
- protection measures and control logic of the BESS itself;
- operating methods for safety measures;
- locking and unlocking procedures of all the protection subsystems.

The manufacturer shall provide guidance on the competence and authorization level requirements for personnel who operate devices or safety systems. The guidance shall be taken into account for the requirements operators training or authorization to enter restricted areas.

7.13.2 Partial system change

When the system is partially changed, it is essential that the compatibility and conformity of the parts be checked. Validation of compatibility and conformity of the parts to the system should be considered. Any changes that can degrade the safety level of the BESS should be considered. In addition, the case of BESS relocation also could be considered as similar to the features above.

BESS safety shall be reassessed in the following situations:

- When the BESS is moved or reinstalled at another site.
- Changes in the system itself (for example deterioration due to ageing, reinstallation process, decomposition, transportation and assembly), caused by changes to the BESS throughout its service life (i.e. parts and materials for repair); it shall be confirmed that there is no change in BESS safety condition after the changes.
- Changes required as a result of system or component failure or other incident that could impact on the safety and integrity of the BESS.
- Changes in the application of the BESS.
- Changes in the ambient environment that include, but are not limited to: temperature, humidity, building foundations, rainstorm environment, ventilation, anti-fire provision, and the surrounding environment.

Attention shall be paid to:

- a list of user exchangeable parts,
- changes in output and efficiency,
- when a BESS is located where collateral damage can have a big impact (large building, shopping center, etc.) and located where there are severe environmental conditions (significant changes in temperature),
- chemical risks which can result in the deterioration or the damage to the battery caused by transportation should be minimized during relocation and related installations,
- maintenance records should be referred to at each relocation.

7.13.3 Design revision

The BESS is expected to be in operation for many years. During its lifetime, the system will experience changes due to component obsolescence, upgrades or new technology, environmental changes, market changes or regulation changes. Whenever changes take place, the measures for human safety from a system perspective should be revised accordingly. Thus, a review of the safety design shall be conducted not only at the initial design stage, but whenever the design is changed. Risk analysis shall be a core part of the initial safety design and of any redesign.

For a safety plan and program redesign the risk analysis and FMEA should be repeated. However, depending on the level of the changes, only FMEA can need to be conducted on that part of the system where the changes were made and areas on the whole system that are affected.

Figure 4 shows the safety design considerations of BESS when revisions have occurred. Replacement of entire subsystems or any of their components which have been confirmed to appropriate technical standards may have safety risks at a systems level, and cause incompatibilities of capacity and/or usage risks within the overall BESS, which can result in system level hazards. When available, technically identical subsystems or components should be used in priority.

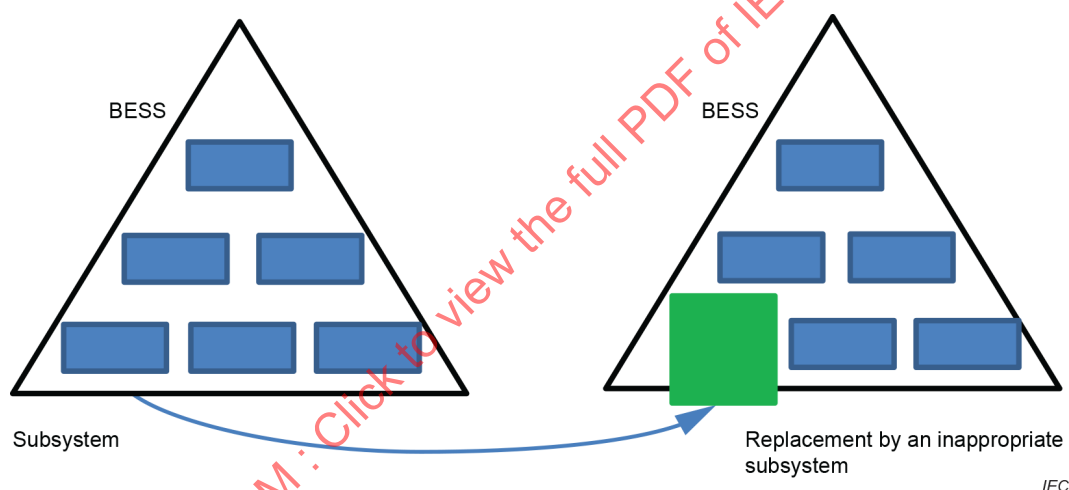


Figure 4 – Incompatibility of capacity and/or usage in a BESS

Examples of incompatibilities that can arise from system changes are listed in Table 4.

Table 4 – Examples of incompatibilities that can arise from system changes

Change	Incompatibility
Electrochemical accumulation subsystem upgrade	Building strength, fire extinguisher, HVAC
PCS upgrade	HVAC, EMC noise tolerance of the other subsystems, etc.
Change of BESS usage (arbitration to frequency) and/or system controller upgrade	Battery, cooling capacity of the other subsystems, etc.

Specifications of ventilation, air conditioning and fire suppression subsystems should be determined considering the fully clarified surrounding environmental difference with respect to relocations.

BESS relocation shall be performed using the same process as that used during initial construction or installation.

7.13.4 End of service life management

The BESS should be designed to be safely dismantled into separate subsystems or into separate components at the end of its life. Dismantled subsystems or components should be handled according to appropriate standards, manufacturer instructions and local regulations.

7.13.5 Measures for validating life cycle safety management

Compliance of 7.13.1 to 7.13.4 shall be confirmed by appropriate validations. Annex E gives information on good practice for these validations.

8 System validation and testing

8.1 General

The BESS testing is conducted to verify the safety and effectiveness of the inherently safe design of the BESS as noted in 7.10 and the guards and protective measures as noted in 7.11. The test program will be impacted by the size (i.e. voltage and amount of energy contained), location of installation (e.g. outdoor remote, indoor), technology (e.g. lead acid), and exposure (e.g. residential). For example, a residential, indoor installation, lithium ion, 240 V, 1 kWh appliance type BESS test program is addressed in a different manner than a large complex utility system consisting of multiple parts that are not a complete BESS until they are installed in the field.

Residential BESS are typically contained in a single mass-produced enclosure and evaluated in the same way as an appliance in that they would be subjected to a type test program, with factory acceptance testing upon production before leaving the factory and perhaps some minor site acceptance testing upon installation. The complex, uniquely designed, utility system would have its major components or subsystems type tested as part of those subsystem standard criteria. The components would be subjected to factory acceptance testing. To evaluate the complete BESS, the site acceptance testing (SAT) would normally need to be more comprehensive, since the BESS is not a complete system until it is assembled and commissioned in the field.

A system type test program should encompass all safety relevant aspects. If system components have already been evaluated according to type test standards by an accredited test house, a re-test of these components as part of a type test is not required.

In addition to the type tests, each individual storage system (or system's major components or subsystems) shall be subjected to a factory acceptance test (FAT) and the complete system shall then be evaluated through site acceptance tests (SAT) after its installation and before being placed into normal operation.

The factory acceptance test (FAT) shall cover at least the following points:

- presence and correct ratings of fuses and breakers;
- presence and correct operation of residual current devices, insulation monitors and earth fault detectors;
- presence and correct operation of automatic and manual disconnectors;
- the system FAT may be performed with a partially installed battery pack or a dummy pack, in case the battery pack components have undergone a separate FAT;
- the system may only be installed on site if one of the following conditions is met:
 - the system passes all tests during the FAT; or
 - the system passes most of the tests from the FAT, and the remaining points can be corrected during installation on-site and re-tested during SAT without negatively affecting the safety situation.

After installation the system is subjected to the site acceptance test (SAT), which shall cover at least the following points:

- a) inspection and resistance measurement of earthing;
- b) correct operation of residual current devices, insulation monitors, earth fault detectors and automatic and manual disconnectors;
- c) correct installation;
- d) testing of any electrical, mechanical and liquid connections made on site;
- e) complete commissioning as per manual, risk analysis and local regulations.

During the SAT, local inspectors, fire brigade officials and government agency representatives may be involved for education, final approval of the system.

The general requirements that are described in IEC TS 62933-5-1:2017, Clause 8, shall apply.

The setting of all interactions between key subsystems of the BESS shall be tested.

Some of the specified system validations and testing may be waived provided that clear demonstration is made in the risk assessment that safety objectives supported by the waived measures are clearly achieved, even without the implementation of the concerned measure.

Table 5 gives an overview of validation and testing of BESS.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62933-5-2:2020

Table 5 – Overview of validation and testing for BESS

Test	Subclause no.	Referenced document	Required tests		
			Type Test	FAT Test	SAT Test
Electrical hazards	8.2.1				
Short-circuit protection	8.2.1.1	-	X	-	-
Overcharge, high current charge and earth fault protection	8.2.1.2	-	X	-	X
Impulse withstand voltage protection	8.2.1.3	IEC 60664-1	X	-	-
Dielectric voltage	8.2.1.4	IEC 60664-1	X	X*	X*
Insulation resistance	8.2.1.5	IEC 60364-6	X	X	X
Earthing and bonding system check	8.2.1.6	IEC 62368-1 IEC 61936-1	X*	-	X*
Anti-islanding	8.2.1.7	-	X*	X*	X*
Mechanical hazards	8.2.2				
Enclosure impact	8.2.2.1	IEC 62477-1	X	-	-
Static force	8.2.2.2	IEC 62477-1	X	-	-
Earthquake impact and vibration	8.2.2.3	-	-	-	X
Explosion	8.2.3				
Specification of flammable gas	8.2.3.1	-	X	-	-
Gas detection / off-gas detection	8.2.3.2	IEC 60079-29 (all parts)	X	X*	X*
Ventilation	8.2.3.3	IEC 60079-7 IEC 60079-13	-	X*	X*
Hazards arising from electric, magnetic, and electromagnetic fields	8.2.4	IEC 61000-1-2 IEC 61000-6-7 IEC 60364-4-44	X	-	-
Fire hazards (propagations)	8.2.5	IEC 62619	X	X*	X*
Temperature hazards	8.2.6				
Verification of thermal control operation	8.2.6.1	-	X*	-	X
Abnormal operations of subsystems for ventilation	8.2.6.2	-	X	-	X
Temperature under normal operations test	8.2.6.3	-	X	-	X
Chemical effects	8.2.7				
Specification of toxic fluids	8.2.7.1	-	X	-	-
Fluids detection	8.2.7.2	-	X	X*	X*
Protective measures against hazardous fluids	8.2.7.3	-	X	X*	X*
Hazards arising from auxiliary, control and communication system malfunctions	8.2.8	IEC TS 62933-5-1	X	-	X*
Hazards arising from environments	8.2.9				
Resistance to moisture ingress	8.2.9.2	IEC 60529	X	-	-
Exposure to marine environments (salt fog)	8.2.9.3	IEC 60086-5-52	X	-	-
IP rating of BESS enclosure and protective guards	8.2.10	IEC 60529	X	-	-
NOTE 1 The detailed applicable conditions of "X*" testing items can be found in the individual subclauses.					
NOTE 2 Detailed testing items and procedures of SAT can be decided considering the individual BESS system design.					

8.2 Validation and testing of BESS

8.2.1 Electrical hazards

8.2.1.1 High current discharge (short-circuit) protection

The DC circuits of the BESS shall be protected from short-circuits (or be short-circuit proof) on both the AC and DC sides. Each electrochemical accumulation subsystem shall be protected from short-circuit. Each power conversion subsystem shall be protected from short-circuit. Upon application of the suitable simulated signals, the short-circuit protection shall operate to prevent damage to the BESS that can result in a hazardous condition. The short-circuit protection shall operate as designed.

8.2.1.2 Overcharge, high current charge and earth fault protection

Upon installation, the BESS shall be tested with suitable simulated signals to determine whether the charging circuit is disconnected as designed when a state of overcharging, high current charge in electrochemical accumulation subsystems or earth fault in the whole BESS is detected.

Either as a type test FAT check of the protection controls (for category "V-L" BESS) or upon installation as a SAT (for category "V-H" BESS), any subsystem functions providing protection during charging shall be tested during a normal charging operation with suitable simulated signals for the fault events listed below:

- application of each fault, one at a time,
- voltage of the electrochemical accumulation subsystems indicating overcharging,
- current of the electrochemical accumulation subsystems indicating overcurrent, and
- when an earth fault is indicated.

As a result of the applied faults, the BESS overcharge, high rate charge and earth fault protection shall prevent damage to the BESS that would result in a hazardous condition. The protection mechanisms shall operate as designed.

8.2.1.3 Impulse withstand voltage protection

This test is a type test as it can result in damage to the BESS under test. The impulse voltage test is to verify the capability of the solid insulation to withstand the rated impulse voltage. The voltage waveforms used for this test should simulate the overvoltage of atmospheric origin and cover overvoltage due to switching of low-voltage equipment.

An impulse voltage test in accordance with IEC 60664-1:2007, 6.1.3.3, shall be conducted on the BESS.

At least overvoltage category III (for category "V-L" BESS itself) or IV (for safety-related subsystems of category "V-H" BESS) in IEC 60664-1:2007, Table F.1, shall apply for the determination of rated impulse voltages criteria. At least pollution degree 2 or 3 in IEC 60664-1:2007, Table F.2, shall apply for the determination of clearances criteria. As a result of the impulse voltage applications, no puncture or partial breakdown of solid insulation shall occur during the test, but partial discharges are allowed. Partial breakdown will be indicated by a step in the resulting wave shape which will occur earlier in successive impulses. Breakdown on the first impulse can either indicate a complete failure of the insulation system or the operation of overvoltage limiting devices in the equipment.

An impulse test may be waived if the BESS employs surge protection that has already been evaluated for anticipated surges.

8.2.1.4 Dielectric test

The AC dielectric test should verify the capability of the solid insulation to withstand:

- the short-term temporary overvoltage;
- the highest steady-state voltage;
- the recurring peak voltage.

If the peak value of the AC dielectric test voltage is equal to or higher than the rated impulse voltage, the impulse voltage test in 8.2.1.3 is covered by the AC dielectric test.

An AC dielectric test in accordance with IEC 60664-1:2007, 6.1.3.4, shall be conducted. At least overvoltage category III (for category "V-L" BESS itself) or IV (for safety-related subsystems of category "V-H" BESS) in IEC 60664-1:2007, Table F.1, shall apply for the determination of rated impulse voltages criteria. At least pollution degree 2 or 3 in IEC 60664-1:2007, Table F.2, shall apply for the determination of clearances criteria.

As an alternative to the AC dielectric test, a DC dielectric test in accordance with IEC 60664-1:2007, 6.1.3.6, may be conducted.

As a result of the test, there shall be no trace of dielectric breakdown of the tested circuits.

A dielectric test shall also be conducted on the whole BESS or, at least, electrochemical accumulation subsystems with working voltage exceeding ELV as a FAT.

NOTE This test can cause arcing inside battery cells or electrochemical accumulation subsystems with associated ignition and explosion of gases and electrolytes. A safe testing process will therefore be taken.

8.2.1.5 Insulation resistance

An insulation resistance test should be conducted in accordance with IEC 60364-6:2016, 6.4.3.3 and 6.4.3.4.

The resistance of insulation used on hazardous voltage circuits within a BESS shall comply with the values in IEC 60346-6:2016, Table 6.1.

8.2.1.6 Earthing system check

The earthing system of a BESS shall be confirmed in accordance with the methods noted below. The measurements shall be made between any two locations of the earthing system.

For category "V-L", the earthing system of the BESS shall be validated by measurement of the resistance of the earth electrode according to IEC 60364-6:2016, 6.4.3.7.2, or the measurement of the earth fault loop impedance according to IEC 60364-6:2016, 6.4.3.7.3.

For category "V-H", the earthing system of the BESS shall be validated in accordance with IEC 61936-1:2010 and IEC 61936-1:2010/AMD1:2014, Clause 10.

8.2.1.7 Anti-islanding

Any anti-islanding function of the BESS shall be validated or tested in an appropriate way to confirm the requirements in 7.11.3.1.

8.2.2 Mechanical hazards

8.2.2.1 Enclosure strength against impact

For category "E-S" BESS, enclosures shall be subjected to an impact test in accordance with IEC 62477-1:2012, 5.2.2.4.3. As a result of this impact test, there shall be no damage that would result in access to hazardous parts in accordance with 8.2.10. After this test the BESS shall not show any electrical shock hazard as determined in accordance with the dielectric test in 8.2.1.4.

For category "E-L", the enclosure of the subsystems of the BESS shall be subjected to the impact tests as above.

8.2.2.2 Enclosure strength against static force

For category "E-S" BESS, enclosures shall be subjected to the test in IEC 62477-1:2012, 5.2.2.4.2.3. As a result of the force tests, there shall be no damage that would result in access to hazardous parts in accordance with 8.2.10. After this test the BESS shall not show any electrical shock hazard as determined in accordance with the dielectric test in 8.2.1.4.

For category "E-L", the enclosures of the subsystems of the BESS shall be subjected to the force tests as above.

8.2.2.3 Impact and vibration during transportation and seismic events (e.g. earthquakes)

The safety design level against impact and vibration during transportation and seismic events (e.g. earthquakes) generally depends on local regulations and the installation environment. However, the safety level itself should be confirmed on site in accordance with the result of a system risk assessment (see Clause 6). At least the states in the list below shall be verified as SAT in accordance with the standards, manufacturer instructions and local regulations:

- each subsystem and whole system should be securely fixed to structure, foundation or land;
- the power circuits and connection points between subsystems should remain functional after seismic events;
- the control, monitoring and earthing circuits should remain functional after seismic events.

8.2.3 Explosion

8.2.3.1 Specification of flammable gas

Flammable gas which needs to be detected shall be specified during the appropriate system design process.

NOTE This requirement will depend on the electrochemical accumulation subsystem chemistry. As noted in Annex B, some BESS can vent flammable gas under normal operating conditions and other BESS can vent explosive or flammable gas during abuse conditions that result in overheating of the BESS and possible fire or explosion.

8.2.3.2 Gas detection / off-gas detection

Gassing from BESS potentially resulting as a consequence from type tests shall be qualified in terms of flammability characteristics and related risks of explosive atmosphere by appropriate technical means.

NOTE In addition, for BESS that can experience potential for thermal runaway according to Annex B, a large-scale fire test that includes monitoring for flammable gas emissions can need to be conducted. Data on the type and quantity of flammable gas emissions obtained during testing can assist in determining suitable deflagration venting to prevent explosion hazards in the event of a fire from the BESS. See Annex C for details regarding large-scale fire testing.

Upon installation, any functions of the detection systems, audible alerts and visual signals for reporting an incident of flammable gas shall be tested in accordance with appropriate standards, manufacturer instructions and local regulations to confirm that their functions automatically operate when the concentrations of flammable gas exceed the limit which is indicated by the manufacturer. Their functions shall operate as designed. The type test for the individual components of detection systems, audible alerts and visual signals shall be done. The FAT or SAT for the BESS with the combination of detection systems, audible alerts and visual signals shall also be done with suitable simulated signals for events to be detected.

Refer to IEC 60079-29 (all parts) for guidance on flammable gas detectors.

8.2.3.3 Ventilation

The ventilation systems provided at the site where the BESS has been located or provided within the BESS itself shall be tested. The type test for individual components shall be done. The SAT for the BESS with ventilation systems shall also be done. As a result of the tests conducted, the ventilation systems shall automatically operate as designed.

For category "V-H/S-O/C-A, C-B, C-D and C-Z" BESS, and if a forced ventilation system is provided, the SAT for the forced ventilation system shall also be performed with suitable simulated signals which would be sent upon detection of a combustible concentration of flammable gases. As a result of that, the ventilation systems shall automatically operate as designed.

Refer to IEC 60079-7:2015, 6.6.4, for a method to evaluate battery compartment ventilation, or IEC 60079-13.

8.2.4 Hazards arising from electric, magnetic, and electromagnetic fields

The safety functions of the safety-related subsystems of BESS shall comply with IEC 61000-6-7, or functional safety shall be considered with regard to electromagnetic phenomena according to IEC 61000-1-2, if applicable.

Protective measures from disturbance-induced malfunctions of the subsystems of BESS shall be validated with the method given in IEC 60364-4-44.

For category "V-L", compliance with the requirements above shall be confirmed by a type test with a representative BESS.

For category "V-H", compliance with the requirements above shall be confirmed by type tests with individual safety-related BESS subsystems and on-site validation of BESS control subsystems.

8.2.5 Fire hazards (propagation)

Category "C-A" electrochemical accumulation subsystems shall be tested and validated in accordance with the requirements of IEC 62619:2017, 7.3.3.

The fire characteristics of a BESS which has the potential to exhibit thermal runaway according to Annex B should be determined through a large-scale fire test of the BESS that evaluates fire propagation and heat generation for an anticipated BESS installation with and without the fire suppression system. Test data generated as a result of large-scale fire testing can validate a BESS installation with the intended fire suppression system. See Annex C for details regarding large-scale fire testing.

Upon installation, measures below shall be checked:

- for category "S-O" BESS, that fire alarms and fire suppression subsystems are installed and commissioned at the BESS location;

- for category "S-U" BESS, that any fire alarms and fire suppression subsystems are provided within the vicinity;
- in the case of both, if a fire alarm detects a fire hazard, that fire suppression subsystems automatically operate.

In the case that the result of the system level risk assessment shows that a fire suppression system is not needed, it would not be necessary to install a fire suppression system. The effectiveness of the communication function shall be confirmed by inputting suitable simulated signals. The signals shall be transmitted to the communication networks, relays, receivers and fire suppression subsystem securely as designed.

Upon installation, any functions of fire detection systems, audible alerts and visual signals for reporting an incident of fire, and fire extinguishers, shall be tested in accordance with appropriate standards, manufacturer instructions and local regulations to confirm that their functions automatically operate when the fire incident occurs. Their functions shall operate as designed. The type test for individual components of detection systems, audible alerts and visual signals shall be done. The FAT or SAT for the whole of the BESS installation with a combination of detection systems, audible alerts and visual signals, and fire extinguishers shall also be done.

8.2.6 Temperature hazards

8.2.6.1 Verification of thermal control operation

BESS shall be subjected to the following validation or testing:

- Electrochemical accumulation subsystems with battery temperature measurement shall be checked by subjecting them to a suitable simulated signal indicating an over-temperature condition in order to verify the system response.
- When the temperature of the BESS is above specified values, the thermal controls shall stop or otherwise control the charging and discharging to keep the specified operation conditions.
- If not previously conducted as part of the type testing, upon installation, the BESS shall be checked to ascertain if the charging and discharging are stopped when the temperature of electrochemical accumulation subsystems exceeds the temperature limit which is indicated by the manufacturer.
- In the case that a current limiting device is equipped outside the electrochemical accumulation subsystems, the function of the current limiting device shall be checked by system validation or by testing with suitable simulated signals of overcharging or temperature rise.

Upon installation, any functions of overheating detection systems, audible alerts and visual signals for reporting an incident of overheating shall be validated or tested in accordance with appropriate standards, manufacturer instructions and local regulations to confirm that their functions automatically operate when monitored temperature limits exceed those provided by the manufacturer. The type test for individual components of detection systems, audible alerts and visual signals shall be conducted.

For category "V-H" BESS, the SAT for the whole BESS installation with a combination of detection systems, audible alerts and visual signals shall be conducted.

All the functions above shall operate as designed.

Annex G provides further information regarding thermal control operation.

8.2.6.2 Abnormal operation of subsystems for ventilation

This test is conducted on BESS with ventilation systems or ventilation openings in the BESS enclosure. The ventilation system of the BESS is to be blocked or disconnected. The BESS is then to be subjected to any internal heat sources (i.e. discharge/charge cycle of electrochemical accumulation subsystems) to see if the controls detect the faulted ventilation system and if they end up charging and discharging before the BESS overheats. The test may be conducted with the ventilation system operating and any ventilation openings or ducts blocked.

The test is to be repeated with the ventilation system operating, but with any ventilation openings or ducts blocked.

Upon installation, the BESS shall be checked to ascertain if the detection of abnormal conditions of the ventilation subsystems is reported to operators.

Upon installation, the BESS shall be checked to ascertain if the function of report to the operator automatically operates when the temperature of electrochemical accumulation subsystems exceeds the temperature limit which is indicated by the manufacturer.

Any warning device functions shall be checked by system testing with suitable simulated signals.

All the functions above shall operate as designed.

8.2.6.3 Temperature under normal operation tests

When operated at maximum operating loads and parameters, temperatures on temperature sensitive components of the BESS shall be within their specified ratings. The operating parameters for electrochemical accumulation subsystems shall be within their specified operating parameters for voltage, current and temperatures.

The BESS shall be operated at maximum normal loading conditions for charging and discharging. During this operation, temperatures on temperature critical components including electrochemical accumulation subsystems and the voltage and current of the electrochemical accumulation subsystems shall be monitored to determine whether or not they are operating within their specified temperature, current and voltage range.

All the functions above shall operate as designed.

8.2.7 Chemical effects

8.2.7.1 Specification of hazardous fluids

The hazardous fluids which need to be detected shall be first identified and specified during the appropriate system design process.

NOTE The outcome of this requirement will depend on the chemistry of the electrochemical accumulation subsystem. See Annex B.

8.2.7.2 Fluids detection

Upon installation, any functions of the detection systems, audible alerts and visual signals for reporting an incident of hazardous fluids shall be tested in accordance with appropriate standards, manufacturer instructions and local regulations to confirm that their functions automatically operate when the concentration or leakage of hazardous fluids occurs. Their functions shall operate as designed. The SAT for individual components of detection systems, audible alerts and visual signals shall be conducted with suitable simulated signals for the events to be detected.

These tests can be conducted as a type test if hazardous chemical sensors and alarm systems are provided as part of the BESS rather than as a protection system installed as part of the installation site.

8.2.7.3 Protective measures against hazardous fluid

Any functions of protective measures against hazardous fluid required in 7.11.3.1 shall be validated or tested in accordance with appropriate standards, manufacturer instructions and local regulations. Their functions shall operate as designed.

8.2.8 Hazards arising from auxiliary, control and communication system malfunctions

The tests to determine if hazards result from an auxiliary system malfunction, control system malfunction, internal communication system malfunction and external communication system malfunction of the BESS are to be conducted in accordance with IEC TS 62933-5-1. Analysis of the system shall provide guidance on possible faults to these subsystems of the BESS.

The correct operation of safety interlocks shall be validated in accordance with the processes specified in 8.2.8.

The BESS parameters shall be available over a communication network even when the system is shut down correctly.

All the functions above shall operate as designed.

8.2.9 Hazards arising from environments

8.2.9.1 General

The tests noted below apply to those BESS that have environmental ratings or intend to be installed where environmental conditions can affect their safety.

8.2.9.2 Exposure to moisture ingress

The BESS shall be confirmed by a system design check in accordance with the result of the system level risk assessment (see Clause 6) or by a complete testing of its claimed ingress protection (IP) (environmental) rating in accordance with IEC 60529.

If the BESS are to be tested for the ingress of moisture, the BESS shall not exhibit signs of fire or explosion, and there shall be no damage to the enclosure that would result in access to hazardous parts in accordance with 8.2.10. The protective subsystems shall remain functional. The BESS shall not pose an electrical shock hazard as determined by compliance to the dielectric voltage withstand test of 8.2.1.4.

BESS that are intended to be installed in locations that can be subject to flooding shall be subject to a water immersion exposure test using salt water that has a weight of 5 % NaCl in H₂O. The BESS shall be completely immersed or portions of the BESS that would be impacted by water immersion are to be immersed for 2 h or until reactions appear to have stopped. As a result of the immersion, there shall be no fire or explosion.

In case of toxic gas or fluid release in the presence of water, gas or fluids shall be detected. They shall be identified (nature) and specified (released volume) during the appropriate system design process. Protection from chemical effects shall be provided as described in 7.11.3.6.

The process that is required to comply with the above is included in the testing example that is given in Annex D.

8.2.9.3 Exposure to marine environments (salt fog)

BESS intended for installation in or around a marine environment (e.g. near seashores, on docks, etc.) shall be confirmed by a system design check in accordance with the result of the system risk assessment (see Clause 6) or wholly subjected to the exposure test method 1 or 2 specified in IEC 60068-2-52.

NOTE IEC 60068-2-52 defines test method 1 or 2 for equipment which is continuously used in or around a marine environment

As a result of the salt fog exposure, the BESS shall not exhibit signs of fire or explosion. There shall be no damage of the enclosure that would result in access to hazardous parts. The BESS shall not pose an electric shock hazard as determined by compliance to the dielectric voltage withstand test of 8.2.1.4.

In case of toxic gas or fluid release in presence of salt water, gas or fluids shall be detected. They shall be identified (nature) and specified (released volume) during the appropriate system design process. Protection from chemical effects shall be provided as described in 7.11.3.6.

The possible process that is to be done for complying with the above is included in the testing example shown in Annex D.

8.2.10 IP rating of BESS enclosure and protective guards

The BESS enclosure and protective guards shall comply with their IP rating for access to hazardous parts (e.g. hazardous moving parts, uninsulated electrical parts at hazardous voltage) in accordance with IEC 60529.

9 Guidelines and manuals

In addition to the requirements in 7.12, and 7.13.1.1 to 7.13.1.4, the considerations in IEC TS 62933-5-1:2017, Clause 9, are applicable.

Annex A (informative)

Ownership models of BESS

This document deals with safety and does not decide the ownership of BESS, but the decision and clarification of ownership are important for BESS safety and responsibility for them, so the description of ownership models is also important because that is helpful for decision of ownership.

Ownership models are a critical consideration for BESS, particularly in smaller domestic and commercial installations. Where larger installations would generally form part of a larger utility system, having specific procedures and tasks assigned, smaller installations would likely be regarded in the same manner as household appliances such as a refrigerator. In this instance it should be assumed that the system user has neither technical expertise nor a satisfactory level of consciousness as to the safety aspects of BESS. Where this situation is likely to be prevalent in the future, the following should be considered:

- should the system be sold outright with no ongoing engagement between the system owner and/or supplier?
- would the safety and performance goals of the system be better achieved through a managed lease model?
- is the option of a managed lease or contracted service regime practical or cost effective?
- should this aspect be subject to regulation?
- does the ownership model necessarily restrict the type of chemistries that can be installed in these smaller installations?
- what are the impacts of transfer of ownership where an incoming owner may not even be aware the BESS exists?
- what level of engagement is required with the electrical supply utility where the BESS is on the consumer's side of the electrical meter; what are the rights of the utility in this circumstance?
- at what point does the system become a significant risk to require regulatory measures, when the most basic BESS could have the size and simplicity of a basic UPS system where the only difference is bi-directional flow?
- what end-of-life outcomes can be relied upon under different ownership models?

Annex B (informative)

BESS hazards and risks

B.1 General introduction

Battery energy storage systems (BESS) that are designed with sufficient safety protections and are installed, operated, and maintained in a manner that maintains the system safety can be operated without incident as evidenced by the systems currently operating safely in the field. The safety controls and hazard mitigation approach need to consider the inherent hazards associated with these systems, which can vary depending on the battery technology.

All electrochemical energy storage systems have several risks in common. These include:

- the inability to always be able to isolate the energy or reduce it to safe levels, giving rise to a potential risk of electrical shock or other electrical energy hazards,
- batteries can provide a large DC short-circuit current,
- chemical hazards due to electrolyte release,
- battery constituents can be flammable,
- batteries can generate gases as part of normal operation (hydrogen) or because of abnormal operation (e.g. chlorine, bromine, H_2S , SO_2),
- batteries modules can be heavy,
- failure of communication link (internal or external) affecting the system's ability to enter a safe state.

The main conditions leading to hazards commonly pertaining to all BESS listed in Table 1 include but are not limited to:

- error of earth fault detection of the "BESS" itself,
- loss of control of the electrochemical accumulation subsystem(s) while in a charged condition (especially malfunction caused by the other subsystems, e.g. oscillation and/or noise of power conversion subsystem),
- collapse, drop and physical oscillation (vibration) of the electrochemical accumulation subsystem and housing,
- malfunction of subsystems caused by electric noise and electromagnetic (or electrostatic) induced vibration,
- foreseeable misuse conditions of the batteries and final installed system, and
- compatibility of chosen batteries and the final system as designed.

The principal hazards of BESS in category "C-A: using non-aqueous electrolyte battery" include but are not limited to:

- thermal propagation originating from an uncontrolled failure in the electrochemical accumulation subsystem(s),
- combustible release of gas from the electrochemical accumulation subsystem(s),
- fire induced chemical/toxic threats originating from the electrochemical accumulation subsystem(s).

The principal hazards of BESS in category "C-B: using aqueous electrolyte battery" include but are not limited to:

- combustible chemical (e.g. hydrogen gas) propagation from the electrochemical accumulation subsystem(s),
- toxic chemical (e.g. electrolyte) propagation from the electrochemical accumulation subsystem(s).

The principal hazards of BESS in category "C-C: using high temperature battery" include but are not limited to:

- thermal propagation originating from uncontrolled failure in the electrochemical accumulation subsystem(s),
- abnormal heat from the electrochemical accumulation subsystem(s).

The principal hazards of BESS in category "C-D: using flow battery" include but are not limited to:

- combustible chemical (e.g. hydrogen gas) propagation from the electrochemical accumulation subsystem(s)
- toxic chemical (gas, liquid) propagation from the electrochemical accumulation subsystem(s)

Table B.1 to Table B.5 show the lists of hazards of BESS. These tables are just for clarification of the hazards to be considered for the risk assessment process of the BESS, and not those of the individual batteries themselves.

The performed risk analysis can consider the relevant categorizations within 4.2 and the overall risk of the BESS including but not limited to:

- risks associated with aggregation of multiple components and/or battery units,
- complexity of final system and failure modes,
- any considerations to take account of the safety across the life cycle usage of the BESS,
- inadequate earthing, insulation and connection among BESS subsystems,
- hazardous (restrictive, confined, limited) workspace,
- water and dust ingress (unsuitable IP grade),
- transient electrical input in the connected grid.

Table B.1 – Hazards of BESS in common

"System hazard" – combination with each subsystem			
Kind		Hazards as "subsystem incidents" (yes or no / details)	
Electrical		Y	Inadequate earthing essential for safety in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem, and housing Error of earth fault detection in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid Losing control of electrochemical accumulation subsystem with energy in combination with power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem, housing, connection terminal to grid and interfaces Inadequate insulation essential for safety in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, housing, and connection terminal to grid Inadequate connection essential for safety in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem and protection subsystem
Mechanical		Y	Collapse, drop and physical oscillation of electrochemical accumulation subsystem and housing
Electric, magnetic, and electromagnetic fields		Y	Malfunction of subsystems caused by electric noise and physical oscillation of subsystems caused by magnetic noise in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid
"Hazard concerning location, environment, and application"			
Location			
Category		Hazards (yes or no / details)	
Mechanical		Y	Vibration, impact
Dangerous working conditions		Y	Hazardous (restrictive, confined, limited) workspace
Environment			
Category		Hazards (yes or no / details)	
Waterfront		Y	Water ingress
Application			
Category		Hazards (yes or no / details)	
Any case		Y	High voltage, excess current

**Table B.2 – Hazards of BESS using non-aqueous electrolyte battery
(category "C-A")**

"System hazard" – combination with each subsystem		
Kind	Hazards as "subsystem incidents" (yes or no / details)	
Electrical	Y	In addition to Table B.1: Internal short-circuit of battery cell in combination with electrochemical accumulation subsystem, management/communication subsystem and housing Internal short-circuit of electrochemical accumulation subsystem in combination with electrochemical accumulation subsystem, management/communication subsystem and housing
Explosion	Y	Retention of combustible gas in combination with electrochemical accumulation subsystem and HVAC subsystem Sparking in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid Insulation breakdown in electrochemical accumulation subsystem in combination with management/communication subsystem and protection subsystem Fusing of conductor in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid Increase of inner pressure in electrochemical accumulation subsystem in combination with management/communication subsystem and HVAC subsystem
Fire	Y	Fire from electrochemical accumulation subsystem in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem, HVAC subsystem, housing and connection terminal to grid Propagation of thermal runaway from electrochemical accumulation subsystem in combination with electrochemical accumulation subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid Fire from the other subsystem in combination with management/communication subsystem, protection subsystem, housing and interfaces
Temperature	Y	Exposure of heated surface in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, HVAC subsystem, housing and interface
Chemical	Y	Liquid spill, gas release, and solid emission from electrochemical accumulation subsystem (electrolytes, active materials, and reaction products) in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem and HVAC subsystem

**Table B.3 – Hazards of BESS using aqueous electrolyte battery
(category "C-B")**

"System hazard" – combination with each subsystem			
Kind	Hazards as "subsystem incidents" (yes or no / details)		
Electrical	Y	Same as Table B.1	
Explosion	Y	Retention of combustible gas in combination with electrochemical accumulation subsystem and HVAC subsystem Sparking in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid Fusing of conductor in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid Increase of inner pressure in electrochemical accumulation subsystem in combination with management/communication subsystem and HVAC subsystem	
Fire	N	N/A	
Temperature	N	N/A	
Chemical	Y	Liquid spill and gas release from electrochemical accumulation subsystem (electrolytes, active materials, and reaction products) in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem and HVAC subsystem	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62933-5-2:2020

**Table B.4 – Hazards of BESS using high temperature battery
(category "C-C")**

"System hazard" – combination with each subsystem		
Kind	Hazards as "subsystem incidents" (yes or no / details)	
Electrical	Y	In addition to Table B.1: Internal short-circuit of electrochemical accumulation subsystem in combination with management/communication subsystem and housing Battery heating circuit failure in combination with electrochemical accumulation subsystem, management/communication subsystem and protection subsystem
Explosion	Y	Dissolution of battery and conductive parts by negative electrode material (sodium) in combination with electrochemical accumulation subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem and battery heating circuit Sparking in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid Insulation breakdown in electrochemical accumulation subsystem in combination with management/communication subsystem and protection subsystem Fusing of conductor in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid Increase of inner pressure in electrochemical accumulation subsystem in combination with management/communication subsystem and HVAC subsystem
Fire	Y	Fire from electrochemical accumulation subsystem in combination with management/communication subsystem, protection subsystem, HVAC subsystem, battery heating circuit, housing and connection terminal to grid
Temperature	Y	Exposure of heated surface in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, HVAC subsystem, battery heating circuit, housing and interface Battery heating circuit failure in combination with electrochemical accumulation subsystem, management/communication subsystem and protection subsystem
Chemical	Y	Liquid spill, gas release, and solid emission from electrochemical accumulation subsystem (electrolytes, active materials, and reaction products) in combination with management/communication subsystem, protection subsystem, HVAC subsystem and battery heating circuit Chemical reaction of sodium with water in combination with electrochemical accumulation subsystem, management/communication subsystem and protection subsystem

Table B.5 – Hazards of BESS using flow battery (category "C-D")

"System hazard" – combination with each subsystem			
Kind	Hazards as "subsystem incidents" (yes or no / details)		
Electrical	Y	Same as Table B.1	
Explosion	Y	Retention of combustible gas in combination with electrochemical accumulation subsystem and fluid system Sparking in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid Fusing of conductor in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, protection subsystem, housing and connection terminal to grid	
Fire	N	N/A	
Temperature	Y	Exposure of heated surface in combination with electrochemical accumulation subsystem, power conversion subsystem, management/communication subsystem, heat exchanger, fluid system, housing and interface Temperature control error in combination with management/communication subsystem and heat exchanger	
Chemical	Y	Liquid spill and gas release from electrochemical accumulation subsystem (electrolytes, active materials, and reaction products) in combination with electrochemical accumulation subsystem, heat exchanger and fluid system Gas generation by electrolysis of water in combination with electrochemical accumulation subsystem and management/communication subsystem	

B.2 Hazard concerns

B.2.1 General

The hazards that need to be addressed for BESS are fire and explosion hazards, chemical hazards, electrical hazards, stored energy hazards, and physical hazards. These hazards can vary by technology but can also vary under normal operating conditions compared with emergency and abnormal conditions.

B.2.2 Fire hazards

The potential for fire hazards can be evaluated through control of the elements of the fire triangle. These elements are the fuel for the fire, the oxidant, and the ignition source heat. There is no potential for fire unless there is an appropriate concentration of fuel, oxidant, and a heat source sufficient to ignite the concentration.

B.2.3 Chemical hazards

Chemical hazards are categorized in accordance with hazardous material limits for normal operation of the BESS.

B.2.4 Electrical hazards

Electrical hazards for persons working with BESS where they might come in contact with energized parts greater than 50 V and exposed to arcing of electric energy with an incident energy level of 1,2 cal/cm² (5 J/cm²) (potential to cause second-degree burns on skin), are electrical shock and arc flash. Electrical hazards to emergency responders from BESS that have been exposed to fire or other emergency incidents need to be addressed, including the potential for electrical shock and arc flash hazards due to shorting from damaged parts of BESS and water around them. Since first responders are not trained electrical workers and might not have appropriate PPE for direct contact with live parts or arc flash incidents, acceptable levels of voltage and incident energy need to be reduced from that allowed for trained workers with suitable PPE.

B.2.5 Energy hazards

The term stored energy refers to unknown hazardous levels of electrical energy that can be contained in all or parts of BESS, including one that has been damaged and/or thought to be discharged and represents a hazard to persons in contact with the system, who are unaware of the hazardous energy. Since this hazard represents a potential unknown electrical hazard, the allowed levels will be different depending on whether they pertain to normal conditions for repair and replacement by trained workers or to emergency responders dealing with damaged BESS that can still contain hazardous energy.

B.2.6 Physical hazards

Physical hazards are hazards to persons that can occur from contact with parts having sufficient kinetic energy, parts that have hazardous thermal characteristics that can cause burns, or parts that contain fluids at hazardous pressure levels with either insufficient structural integrity to safely contain the fluids or the ability to safely relieve the pressure. For electrochemical BESS, the potential exists for burn hazards to workers in contact with some technologies during normal operation and repair, if not properly thermally insulated.

B.2.7 High-pressure hazards

There are no known high-pressure hazards with these systems under normal operations, but under abnormal conditions, there can be over-pressurization due to overheating of contents, which can result in a physical hazard. This could present a hazard to first responders dealing with damaged BESS. There is typically no kinetic energy hazard associated with commercially available BESS, except for moving parts in the balance of plant components of the system that might not be properly guarded, such as cooling or ventilation fan blades.

B.3 Hazard considerations under normal operating conditions

B.3.1 Fire and explosive hazards

Fire and explosive hazards under normal operating conditions can be due to heat sources such as live parts, and so forth, that can be in contact with combustible materials during service or maintenance or to ignition of combustible concentrations of flammable fluids and solids that can occur as part of the normal operation of BESS, such as hydrogen release from batteries with aqueous electrolytes.

B.3.2 Chemical hazards

Under normal operating conditions, the potential exists for exposure to hazardous materials by workers in contact with the system for maintenance, repair, and replacement of systems.

Examples of chemical hazards are as follows:

1) Examples of liquid hazards:

- a) Corrosive electrolytes: Batteries with electrolytes in the range of $\text{pH} \leq 2$ or $\geq 11,5$ are considered corrosive (acid or caustic). This is an issue with systems with these electrolytes, where there is a risk of leaks or spills during maintenance or normal operation. There should be measures for spill containment, and workers should have appropriate safe work procedures and protective clothing to work around systems with these corrosive liquids. This does not apply to lead acid batteries of the VRLA type.
- b) Toxic liquids: The potential exists for exposure to toxic liquids during normal operating, servicing, and maintenance of some systems. Guidance for worker exposure to toxic liquids can be found in GHSs (globally harmonized systems). Workers in contact with these systems need to be aware of potential hazards and have appropriate procedures and equipment/PPE to avoid these hazards.

- 2) Oxidizers: The potential exists for oxidizers to be present within the BESS. An oxidizer will increase the flammability potential of other materials.

- 3) Toxic gases: The potential exists for exposure to toxic gases under normal conditions of maintenance and service of some BESS systems.

NOTE 1 The concentrations of these gases would be limited in accordance with applicable code and local regulations.

NOTE 2 For example, OSHA and NIOSH provide guidance for exposures, including permissible exposure limits (PEL), recommended exposure limits (REL) for exposure during an 8 h or 10 h workday, ceiling limits, which are the upper limit of a safe exposure, and IDLH, which represents concentrations that are immediately dangerous to life and health.

- 4) Solids: Water-reactive and toxic metals that might be contained in some battery technologies typically are not exposed during routine maintenance and servicing of these systems but can present issues under abnormal conditions. Batteries containing these hazardous materials should be marked with suitable symbols conforming to the results of risk analysis and local regulations.

B.3.3 Electrical hazards

Under normal operating conditions some battery systems might have electrical hazards that need to be addressed as part of operation and maintenance. Electrical hazards that can occur during normal operating conditions include:

- 1) Electrical shock: BESS with voltages above 50 V can pose hazards to trained workers who might come in contact with live parts during operation and servicing of the systems. It is necessary that appropriate labeling and procedures and protective equipment are utilized by workers when servicing these systems.
- 2) Arc flash: BESS that have an incident energy level greater than 5 J/cm² (23,8 ft·lb/in²) should have the arc flash boundaries calculated, identified through markings, and proper procedures and equipment in place to prevent worker injury from arc flash during normal operation and servicing.
- 3) Stored energy hazards: Energy that can be accumulated and reserved for future use, generally in the form of electricity, is stored energy. An example of a stored energy hazard is worker exposure to BESS that are not discharged sufficiently or BESS that are damaged and where the potential exists for electric shock and arc flash. For normal operating conditions, locations housing commercial and industrial BESS should maintain onsite instructions for isolation of hazardous voltage and energy for maintenance, and for discharging batteries for safe replacement and disposal. Residential and smaller commercial systems should have information provided and access to trained technicians to perform these duties to ensure that stranded and stored energy does not represent a hazard under normal operating conditions.

B.3.4 Physical hazards

Physical hazards can include the following:

- 1) Burn hazards: Potential contact with hot surfaces during maintenance that could result in burns if PPE is not worn.
- 2) Parts containing pressurized fluids, including compressed gases.
- 3) Parts with kinetic energy: Parts of the BESS balance of plant components that might contain moving parts that could cause injury if not guarded properly. This might also be an issue for a hybrid system of batteries and flywheels.

B.4 Hazard considerations under emergency/abnormal conditions

B.4.1 Fire hazards

Fire hazards can include the following:

- 1) Combustible/flammable concentrations due to overheating and venting of flammable gases near sources of ignition can occur during emergency/abnormal conditions. If concentrations of vented gases such as hydrogen are sufficient to create combustible/flammable concentrations in the presence of hot parts, there will be ignition resulting in either a fire or an explosion. All batteries, with the exception of hermetically sealed types such as NaNiCl and NaS, have means to relieve internal pressure when overheated to prevent explosions of the battery cell from over-pressurization.
- 2) There can be fires due to overheating of electrical parts under abnormal conditions such as short-circuits.
- 3) Some BESS use inert gases for fire suppression. These gases are not toxic but can cause suffocation. Inadvertent leakage of the gases should be prevented.

B.4.2 Chemical hazards

Examples of chemical hazards are as follows:

- 1) Examples of liquid hazards:
 - a) Corrosive spills: A liquid with a $\text{pH} \leq 2$ or $\geq 11,5$ is considered corrosive and hazard level 3 and can cause serious or permanent eye injury for someone who comes in direct contact with it according to NFPA 704:2017, Table B.1. With some systems that contain corrosive liquids, there can be the possibility of leaks or spills from the system under emergency/abnormal conditions. Batteries containing corrosive liquids are to be marked health hazard level 3 in the NFPA 704 hazard diamond.
 - b) Toxic liquid vapor exposure: There are different levels of toxicity from liquid vapors that can occur under emergency conditions such as fires and hazardous leaks and spills. There is a range of hazard levels outlined in NFPA 704 as follows:
 - i) Level 4: Is lethal under emergency conditions. Any liquid whose saturated vapor concentration at 68°F (20 °C) is equal to or greater than 10 times its LC50 for acute inhalation toxicity, if its LC50 is less than or equal to 1 000 parts per million (ppm).
 - ii) Level 3: Can cause serious or permanent injury. Any liquid whose saturated vapor concentration at 68 °F (20 °C) is equal to or greater than its LC50 for acute inhalation toxicity, if its LC50 is less than or equal to 3 000 ppm, and that does not meet the criteria for degree of hazard 4.
 - iii) Level 2: Can cause temporary incapacitation or residual injury under emergency conditions. Any liquid whose saturated vapor concentration at 68 °F (20 °C) is equal to or greater than one-fifth its LC50 for acute inhalation toxicity, if its LC50 is less than or equal to 5 000 ppm, and that does not meet the criteria for either degree of hazard 3 or degree of hazard 4.
 - iv) Level 1: Can cause significant irritation under emergency conditions. Mists whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 10 mg/L but less than or equal to 200 mg/L.
- 2) Oxidizers: The potential exists for oxidizers to be present within the BESS. An oxidizer will increase the intensity of a fire of other materials. NFPA 400:2019, Annex G, provides information on tests to classify an oxidizer material and identifies known oxidizing materials under their classifications. NFPA 400:2019, Annex G, also provides guidance on safety measures to use when there are significant exposed quantities of known oxidizers, which can occur during abnormal conditions of certain BESS technologies that contain them. Batteries containing oxidizers are to be marked in the special hazard section of the NFPA 704 hazard diamond.

- 3) Solids: Some battery technologies contain water-reactive materials that can react violently when in contact with moisture, including moisture in the air. Although not exposed under normal operating conditions, these materials could be exposed under abnormal conditions. Batteries containing water-reactive substances should be marked as such in the NFPA 704 hazard diamond.
- 4) Gases — toxic gases: Similar to toxic vapors emanating from liquids, there are different levels of hazards associated with toxic gases from level 4 to level 1:
 - a) Level 4: Gases that can be lethal under emergency conditions; gases whose LC50 for acute inhalation toxicity is less than or equal to 1 000 ppm.
 - b) Level 3: Gases that can cause serious or permanent injury under emergency conditions; gases whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 1000 ppm but less than or equal to 3 000 ppm.
 - c) Level 2: Gases that can cause temporary incapacitation or residual injury under emergency conditions; gases whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 3 000 ppm but less than or equal to 5 000 ppm.
 - d) Level 1: Gases that can cause significant irritation under emergency conditions; gases and vapors whose LC50 for acute inhalation toxicity is greater than 5 000 ppm but less than or equal to 10 000 ppm.

NOTE As outlined in NFPA 704, LC50 for acute toxicity on inhalation is that concentration of vapor, mist, or dust, which, when administered by continuous inhalation to both male and female young adult albino rats for 1 h, is most likely to cause death within 14 days in one half of the animals tested. The criteria for inhalation toxicity of vapors are based on LC50 data relating to 1 h exposures.

B.4.3 Electrical hazards

Examples of electrical hazards are as follows:

- 1) Electrical shock: Circuits with voltages above 50 V have the potential for electrical shock hazards, because first responders under emergency conditions would not have the training and protective equipment that trained electrical workers would have under normal servicing and maintenance conditions. Information needs to be available for maintenance staff and first responders on how to address electrical hazards.

In addition, under emergency conditions the potential exists for emergency responder exposure to live parts in contact with conductive fluids such as water and live parts exposed as a result of abnormal conditions. Manufacturers/installers of BESS should define standoff distance and type and angle of water spray for first responders. Emergency response guidelines should address the issue of isolation of hazardous voltages.

NOTE UL research into the issue of potential shock to fire fighters from water spray on PV fires indicated that the electric shock hazard due to application of water is dependent on voltage, water conductivity, distance, and spray pattern. For example: (1) A slight adjustment from a solid stream toward a fog pattern (a 10° cone angle) reduced measured current below perception level. (2) Salt water should not be used on live electrical equipment. (3) A distance of 6,1 m (20 ft) had been determined to reduce potential shock hazard from a 1 000 V DC source to a level below 2 mA considered as safe.

- 2) Shock, arc flash, and arc blast hazards: First responders are generally not provided with training and proper protection from arc flash, arc blast, and shock hazards, including clothing, gloves, and so forth, so the potential for sufficient energy that will result in a hazardous electrical event occurring during an emergency response exists. Manufacturers should provide emergency response guidance on how to reduce arc flash and blast hazards.
- 3) Stored energy hazards: BESS damaged during an emergency incident can present potential shock, arc flash, arc blast, and re-ignition hazards. Sites should have access to on-call trained staff to assist in emergency situations to isolate potential hazard energy and, if necessary, to drain energy to prevent potential re-ignition of some technologies. For commercial and industrial installations, there needs to be trained personnel available for emergency response on site. For residential and smaller scale commercial systems, on-call trained personnel need to be made available to assist first responders and address discharging of stored energy in batteries for disposal.

B.4.4 Physical hazards

Examples of physical hazards are as follows:

- 1) Hazardous pressures can develop due to overheating of equipment and devices that do not have pressure relief means (e.g. some chemistries such as flow batteries, etc.).
- 2) Potential hot parts.
- 3) Exposed parts with hazardous kinetic energy sufficient to cause bodily harm for persons coming in contact with them, such as exposed fan blades, and so forth, under abnormal conditions.

B.5 Commercially available battery technologies

B.5.1 Lithium ion (Li-ion) batteries (C-A)

The term lithium-ion battery refers to a battery where the negative electrode (anode) and positive electrode (cathode) materials serve as a host for the lithium ion (Li⁺). Lithium ions move from the anode to the cathode during discharge and are intercalated into (inserted into voids in the crystallographic structure of) the cathode. The ions reverse direction during charging. Since lithium ions are intercalated into host materials during charge or discharge, there is no free lithium metal within a lithium-ion cell and thus, even if a cell does ignite due to external flame impingement or an internal fault, metal fire suppression techniques are not appropriate for controlling the lithium-ion fire.

Hazard considerations for Li-ion batteries under normal operating conditions are as follows:

- 1) Fire hazards: There can be the potential for fire hazards if there are latent defects within the cells or design issues with the controls that prevent thermal runaway of the cells. Systems need to be evaluated for their ability to prevent propagation due to these defects.
- 2) Chemical hazards: Not applicable.
- 3) Electrical hazards: There are electrical hazards associated with routine maintenance of these batteries if they are at hazardous voltage and energy levels.
- 4) Stored energy hazards: There can be the potential for stored energy hazards during maintenance if the batteries cannot be isolated for maintenance or replacement.
- 5) Physical hazards: Not applicable.

Hazard considerations for Li-ion batteries under emergency/abnormal conditions are as follows:

- a) Fire hazards: There can be the potential for thermal runaway if the batteries are not maintained at appropriate operating parameters as a result of abnormal conditions. Also, there might be fire hazards due to short-circuiting abnormal conditions.
- b) Chemical hazards: There can be the potential for off-gassing of hazardous vapors under abnormal conditions depending on the size of the cells and the level of failure.
- c) Electrical hazards: Electrical hazards might be present under abnormal conditions if the system is at hazardous voltage and energy levels.
- d) Stored energy hazards: There can be the potential for stranded energy hazards if the batteries are exposed to abnormal conditions. Damaged batteries might contain stored energy that can be a hazard during disposal if care is not taken.
- e) Physical hazards: Depending on the design of the system, the potential exists for physical hazards under abnormal conditions if accessible parts are overheating or if there is exposure to moving hazardous parts such as fans where guards might be missing.

B.5.2 Lead-acid batteries (C-B)

B.5.2.1 General description

Lead-acid batteries have lead dioxide as the active material of their positive electrode and metallic lead as the negative electrode with a 1,28 specific gravity (at 28 °C) sulfuric acid solution electrolyte. During discharge, both positive and negative electrodes are converted to lead sulfate. There are two basic categories of lead-acid batteries:

- 1) Vented lead-acid batteries, also called wet cell or flooded lead-acid batteries.
- 2) Valve-regulated lead-acid (VRLA) batteries, sometimes referred to as starved electrolyte or maintenance-free batteries.

Vented lead-acid batteries require ongoing maintenance of the electrolyte, and the contents of the battery are open to the atmosphere through a vent/flame arrester assembly. VRLA batteries are generally sealed to the atmosphere and contain a valve that can open when pressure builds up in the battery and then close again. The electrolyte in VRLA batteries is immobilized either through use of a gel electrolyte or through absorption of the electrolyte in a porous absorptive glass matseparator.

B.5.2.2 Vented lead-acid batteries

Hazard considerations for vented lead-acid batteries under normal operating conditions are as follows:

- 1) Fire hazards: The generation of hydrogen is related to the flow of the charging current once the battery is fully charged. This current increases with increasing battery temperature and is potentiated by excessive charge voltages ($V > 2,45 V_{pc}$). IEC 62485-2 gives appropriate guidance in this matter. Upon discharge no hydrogen is produced but a small temporary release from the cell can occur nevertheless in the form of hydrogen trapped in the negative active mass and now liberated during the discharge.
- 2) Chemical hazards: There is the potential for contact with the sulfuric acid electrolyte because these batteries require maintenance and are open to the atmosphere. Workers near these batteries need to use suitable PPE and take care to prevent exposure to acid when working around the batteries. These systems should be provided with spill control and neutralization according to codes.
- 3) Electrical hazards: There are electrical hazards associated with routine maintenance of these batteries if they have been at hazardous voltage and energy levels.
- 4) Stored energy hazards: There can be the potential for stored or stored energy hazards during maintenance if the batteries cannot be isolated for maintenance or replacement of batteries.

Hazard considerations for vented lead-acid batteries under emergency/abnormal conditions are as follows:

- a) Fire hazards: There is the potential for concentrations of hydrogen from vented lead-acid batteries due to overheating from abnormal conditions if the area where the batteries are located is not properly ventilated. Another area that can create problems during abnormal conditions is the potential for the shorting of high current circuits.
- b) Chemical hazards: There is the potential for contact with the corrosive sulfuric acid electrolyte during abnormal conditions, should acids leak or bubble out through openings that might be created if spill containment is not present or large enough to contain large quantities of leaked electrolyte. First responders, in emergency situations, need to be aware of potential acid spills that can occur and take appropriate caution around these batteries.
- c) Electrical hazards: Electrical hazards might be present under abnormal conditions if the system is at hazardous voltage and energy levels.
- d) Stored energy hazards: There can be the potential for stored or stranded energy hazards if batteries are subject to abnormal conditions.

B.5.2.3 Valve-regulated lead-acid batteries (VRLA)

Hazard considerations for VRLA batteries under normal operating conditions are as follows:

- 1) Fire hazards: VRLA cells and mono-blocks emit hydrogen under all operating conditions. The ventilation requirements are specified in IEC 62485-2 for normal and boost charge conditions together with the appropriate safety distances to be implemented between the vent opening and a nearby spark or heat source. Under abnormal operating, i.e. overcharge, conditions the amount of hydrogen emitted can increase by a factor of 50.
- 2) Chemical hazards: These batteries are starved electrolyte types, so there should be no issue with exposure to corrosive electrolytes under normal operating conditions.
- 3) Electrical hazards: There are electrical hazards associated with routine maintenance of these batteries if they have been at hazardous voltage and energy levels.
- 4) Stored energy hazards: There can be the potential for stored energy hazards during maintenance if the batteries cannot be isolated for maintenance or replacement of batteries.

Hazard considerations for VRLA batteries under emergency/abnormal conditions are as follows:

- a) Fire hazards: There is the potential for off-gassing of hydrogen under abnormal conditions when batteries overheat. This can present a potential fire hazard due to combustible concentrations. There can be the potential for thermal runaway if the batteries are not maintained at appropriate operating parameters. Also, there can be fire hazards due to short-circuiting abnormal conditions.
- b) Chemical hazards: Although these batteries contain a corrosive electrolyte, they do not have as much free electrolyte that could result in spill hazards similar to vented types. There might be some minor release of electrolyte traces or potential for some leakage under abnormal conditions, if battery cases crack or leak.
- c) Electrical hazards: Electrical hazards might be present under abnormal conditions if the system is at hazardous voltage and energy levels.
- d) Stored energy hazards: There can be the potential for stored energy hazards if the batteries are exposed to abnormal conditions. Damaged batteries might contain stored energy that can be a hazard during dismantling or disposal if care is not taken.

B.5.3 Nickel batteries (C-B)

B.5.3.1 General description

Nickel batteries for stationary applications are divided into two main technologies: nickel-cadmium (Ni-Cd) and nickel-metal hydride (NiMH). Nickel-cadmium batteries have nickel hydroxide active material for the positive electrode and cadmium for the negative electrode with potassium hydroxide solution for the electrolyte. The nickel-cadmium batteries for stationary applications can be vented pocket-plate or vented sintered-plate batteries that are designed of multiple cells in a mono-block battery similar to a vented lead-acid battery. They also have vents for maintenance of the electrolyte. Nickel-cadmium batteries can also be sealed types, such as a fiber nickel-cadmium battery that is sealed and provided with a pressure relief valve similar to a VRLA battery. Nickel-metal hydride batteries have nickel hydroxide active material for the positive electrode, a metal hydride alloy for the negative electrode, and a solution of potassium hydroxide as the electrolyte. Nickel-metal hydride batteries are sealed in either a single cell design or a mono-block design with multiple internal cells and are provided with an enclosable valve for relieving pressure similar to a VRLA battery.

B.5.3.2 Nickel-cadmium (Ni-Cd) batteries

Hazard considerations for Ni-Cd batteries under normal operating conditions are as follows:

- 1) Fire hazards: There is the potential for concentrations of hydrogen from vented Ni-Cd batteries if the area where the batteries are located is not properly ventilated. However, this should be taken care of if the installation complies with the codes.

- 2) Chemical hazards: There is the potential for contact with the corrosive/caustic potassium hydroxide electrolyte because these batteries require maintenance and are open to the atmosphere. Workers near these batteries need to use proper PPE and take care to prevent exposure to the caustic electrolyte when working around the batteries. These systems should be provided with spill control and neutralization according to applicable codes and local regulations.
- 3) Electrical hazards: There are electrical hazards associated with routine maintenance of these batteries if they are at hazardous voltage and energy levels.
- 4) Stored energy hazards: There can be the potential for stored energy hazards during maintenance if the batteries cannot be isolated for maintenance or replacement.
- 5) Physical hazards: Not applicable.

Hazard considerations for Ni-Cd batteries under emergency/abnormal conditions are as follows:

- a) Fire hazards: There is the potential for concentrations of hydrogen from vented Ni-Cd batteries due to overheating from abnormal conditions if the area where the batteries are located is not properly ventilated. Another area that might create problems during abnormal conditions would be the potential for shorting of high-current circuits.
- b) Chemical hazards: There is the potential for contact with the corrosive/caustic potassium hydroxide electrolyte during abnormal conditions, should electrolyte leak or bubble through openings that might be created if spill containment is not present or sufficient to contain large quantities of leaked electrolyte. First responders, in an emergency situation, need to be aware of potential caustic spills that can occur and take appropriate caution around these batteries. Ni-Cd batteries contain cadmium, which is toxic and a hazardous waste. Although not exposed under normal conditions, there might be potential for cadmium in vapors of burning batteries during abnormal conditions.
- c) Electrical hazards: Electrical hazards might be present under abnormal conditions if the system is at hazardous voltage and energy levels.
- d) Stored energy hazards: There can be the potential for stored energy hazards if the batteries are exposed to abnormal conditions where they could still contain hazardous levels of energy. Damaged batteries might contain stored energy that can be a hazard during disposal if care is not taken.
- e) Physical hazards: Depending on the design of the system, the potential exists for physical hazards under abnormal conditions if accessible parts are overheating or if there is exposure to moving hazardous parts such as fans where guards might be missing.

B.5.3.3 Nickel-metal hydride (NiMH) batteries

Hazard considerations for NiMH batteries under normal operating conditions are as follows:

- 1) Fire hazards: There should be no combustible gas generation under normal operating conditions, if batteries are operated as designed to prevent overheating and thermal runaway conditions.
- 2) Chemical hazards: These batteries are starved electrolyte types, so there should be no issue with exposure to corrosive electrolyte under normal operating conditions.
- 3) Electrical hazards: There are electrical hazards associated with routine maintenance of these batteries if they are at hazardous voltage and energy levels.
- 4) Stored energy hazards: There can be the potential for stored energy hazards during maintenance if the batteries cannot be isolated for maintenance or replacement.
- 5) Physical hazards: Not applicable.

Hazard considerations for NiMH batteries under emergency/abnormal conditions are as follows:

- a) Fire hazards: There is the potential for off-gassing of hydrogen under abnormal conditions when batteries overheat. This can present a potential fire hazard due to combustible concentrations. There can be the potential for thermal runaway if the batteries are not maintained at appropriate operating parameters. Also, there could be fire hazards due to short-circuiting abnormal conditions.

- b) Chemical hazards: Although these batteries contain corrosive electrolyte, they do not have as much free electrolyte that could result in spill hazards similar to vented types. There might be some bubbling of electrolyte or potential for some leakage under abnormal conditions if battery cases crack or leak. Burning NiMH batteries can release toxic vapors, including cobalt oxide fumes, nickel oxide fumes, and so forth.
- c) Electrical hazards: Electrical hazards can be present under abnormal conditions if the system is at hazardous voltage and energy levels.
- d) Stored energy hazards: There can be the potential for stored energy hazards if the batteries are exposed to abnormal conditions where they might still contain hazardous levels of energy. Damaged batteries might contain stored energy that can be a hazard during disposal if care is not taken.
- e) Physical hazards: Depending on the design of the system, the potential exists for physical hazards under abnormal conditions if accessible parts are overheating or if there is exposure to moving hazardous parts such as fans where guards might be missing.

B.5.4 High-temperature sodium batteries (C-C)

B.5.4.1 General description

High-temperature sodium batteries, sometimes referred to as sodium beta batteries or molten salt batteries, are hermetically sealed batteries with metallic sodium as the negative electrode and a ceramic beta-alumina as the electrolyte. These batteries operate at very high temperatures of 518 °F to 662 °F (270 °C to 350 °C) so that the active materials are in a molten state and to ensure ionic conductivity. There are two types of commercially available high-temperature sodium batteries: sodium sulfur and sodium nickel chloride. Sodium sulfur batteries consist of a sodium negative electrode, a beta-alumina electrolyte, and a sulfur positive electrode with an operating temperature within a temperature range of 590 °F to 698 °F (310 °C to 370 °C). Sodium nickel chloride batteries consist of a sodium negative electrode, a beta-alumina as the electrolyte, and a positive electrode that can consist of nickel, nickel chloride, or sodium chloride with an operating temperature range of 518 °F to 662 °F (270 °C to 350 °C).

B.5.4.2 Sodium sulfur (NaS) batteries

Hazard considerations for NaS batteries under normal operating conditions are as follows:

- 1) Fire hazards: The potential exists for fire hazards if there are latent defects within the cells or design issues with the controls that prevent thermal runaway of the cells. Systems need to be evaluated for their ability to prevent propagation due to these defects.
- 2) Chemical hazards: Not applicable. The batteries contain water-reactive sodium, but the systems are hermetically sealed.
- 3) Electrical hazards: There are electrical hazards associated with routine maintenance of these batteries if they are at hazardous voltage and energy levels.
- 4) Stored energy hazards: Not applicable.
- 5) Physical hazards: There should be no hazards associated with these batteries if the designs have sufficient insulation to prevent exposure to hot surfaces, because these batteries run at very hot temperatures under normal operating conditions.

Hazard considerations for NaS batteries under emergency/abnormal conditions are as follows:

- a) Fire hazards: These systems might be subject to thermal runaway due to defects within the cells and protection scheme. Large energy systems can result in fires if there are abnormal conditions such as short-circuiting.
- b) Chemical hazards: The potential exists for exposure to hazardous water-reactive materials if the hermetic seals are broken and sodium is exposed to the atmosphere. PPE is required to address exposure during abnormal conditions.
- c) Electrical hazards: Electrical hazards might be present under abnormal conditions if the system is at hazardous voltage and energy levels.

- d) Stored energy hazards: The potential exists for stored energy hazards if the batteries are exposed to abnormal conditions where they might still contain hazardous levels of energy.
- e) Physical hazards: Depending on the design of the system, the potential exists for physical hazards under abnormal conditions if accessible parts are overheating.

B.5.4.3 Sodium nickel chloride batteries

Hazard considerations for sodium nickel chloride batteries under normal operating conditions are as follows:

- 1) Fire hazards: The potential exists for fire hazards if there are latent defects within the cells or design issues with the controls that prevent thermal runaway of the cells. Systems need to be evaluated for their ability to prevent propagation due to these defects.
- 2) Chemical hazards: Not applicable. Although sodium is water reactive, the systems are hermetically sealed.
- 3) Electrical hazards: There are electrical hazards associated with routine maintenance of these batteries if they are at hazardous voltage and energy levels.
- 4) Stored energy hazards: Not applicable.
- 5) Physical hazards: There should be no hazards associated with these batteries if the designs have sufficient insulation to prevent exposure to hot surfaces, because these batteries run at very hot temperatures under normal operating conditions.

Hazard considerations for sodium nickel chloride batteries under emergency/abnormal conditions are as follows:

- a) Fire hazards: These systems might be subject to thermal runaway due to defects within the cells and protection scheme. Large energy systems can result in fires if there are abnormal conditions such as short-circuiting.
- b) Chemical hazards: The potential exists for exposure to hazardous water-reactive materials if the hermetic seals are broken and sodium is exposed to the atmosphere. PPE is required to address exposure during abnormal conditions.
- c) Electrical hazards: Electrical hazards might be present under abnormal conditions if the system is at hazardous voltage and energy levels.
- d) Stored energy hazards: The potential exists for stored energy hazards if the batteries are exposed to abnormal conditions where they could still contain hazardous levels of energy.
- e) Physical hazards: Depending on the design of the system, the potential exists for physical hazards under abnormal conditions if accessible parts are overheating.

B.5.5 Flow batteries (C-D)

B.5.5.1 General description

A flow battery is an energy storage component similar to a fuel cell that stores its active materials in the form of two electrolytes external to the reactor interface. When in use, the electrolytes are transferred between the reactor and storage tanks. Two commercially available flow battery technologies are zinc bromine and vanadium redox. Zinc bromine flow batteries have zinc at the negative electrode and bromide at the positive electrode with an aqueous solution containing zinc bromide and other compounds contained in two separate reservoirs. During charging, energy is stored as zinc metal within the cell and poly-bromide in the cathode reservoir. During discharge, the zinc is oxidized to zinc oxide and the bromine is reduced to bromide. Vanadium redox flow batteries contain vanadium salts in various stages of oxidation in a sulfuric acid electrolyte. Charging and discharging the battery changes the oxidation state of the vanadium in the electrolyte solutions.

B.5.5.2 Vanadium redox flow batteries

Hazard considerations for vanadium redox flow batteries under normal operating conditions are as follows:

- 1) Fire hazards: There can be the potential for fire hazards in common electrical components such as power conversion subsystem, fan or pump.
- 2) Chemical hazards: They contain corrosive liquid that might present a safety concern under normal conditions if there is a need to handle/replenish the electrolyte as part of maintenance.
- 3) Electrical hazards: There are electrical hazards associated with routine maintenance of these batteries if they have hazardous voltage and energy levels.
- 4) Stored energy hazards: Not applicable.
- 5) Physical hazards: There can be the potential for stored energy hazards during maintenance if the batteries cannot be isolated for maintenance or replacement of batteries.

Hazard considerations for vanadium redox flow batteries under emergency/abnormal conditions are as follows:

- a) Fire hazards: Corrosive liquids can boil off to create gases that are flammable (e.g., hydrogen). There can also be risks associated with the balance of plant components overheating and creating the potential for fire hazards under abnormal conditions.
- b) Chemical hazards: There are large amounts of corrosives.
- c) Electrical hazards: Electrical hazards might be present under abnormal conditions if the system is at hazardous voltage and energy levels.
- d) Stored energy hazards: Not applicable.
- e) Physical hazards: Depending on the design of the system, the potential exists for physical hazards under abnormal conditions if accessible parts are overheating, if there is insufficient pressure relief when the system is overheating and gas is generated, or if there is exposure to moving hazardous parts such as fans or exposed pump parts where guards might be missing.

B.5.5.3 Zinc bromine (ZnBr) flow batteries

Hazard considerations for ZnBr flow batteries under normal operating conditions are as follows;

- 1) Fire hazards: Not applicable.
- 2) Chemical hazards: These batteries contain zinc bromide electrolyte, which is corrosive (acid) and toxic with a hazardous classification level of 3 according to NFPA 704. The electrolyte should be reliably sealed in the system, so this should only be an issue for normal operating conditions if there is a need to add electrolyte as part of maintenance or installation.
- 3) Electrical hazards: There are electrical hazards associated with routine maintenance of these batteries if they have been at hazardous voltage and energy levels.
- 4) Stored energy hazards: Not applicable.
- 5) Physical hazards: Not applicable.

Hazard considerations for ZnBr flow batteries under emergency/abnormal conditions are as follows:

- a) Fire hazards: There can be problems with the balance of plant components overheating and creating potential for fire hazards under abnormal conditions.
- b) Chemical hazards: These batteries contain zinc bromide electrolyte, which is corrosive (acid) and toxic with a hazardous classification level of 3 according to NFPA 704. Under abnormal conditions, care should be taken where there might be spills of the electrolyte.
- c) Electrical hazards: Electrical hazards might be present under abnormal conditions if the system is at hazardous voltage and energy levels.

- d) Stored energy hazards: Not applicable.
- e) Physical hazards: Depending on the design of the system, the potential exists for physical hazards under abnormal conditions if accessible parts are overheating, if there is insufficient pressure relief when the system is overheating and gas is generated, or if there is exposure to moving hazard parts such as fans or exposed pump parts where guards can be missing.

B.5.6 Lithium metal solid state batteries (C-Z)

Lithium metal batteries employing liquid electrolytes have been developed for commercial use but have had safety and performance problems in the field. These batteries have not been developed at this time for stationary battery energy storage. Commercially available lithium metal batteries utilized for BESS do not employ liquid electrolytes. The current lithium metal technologies use solid polymer electrolytes, a lithium metal negative electrode and a metal oxide cathode such as vanadium oxide combined with lithium salt and polymer to form a plastic composite. The SPE-type lithium metal batteries have to be heated to about 140 °F to 176 °F (60 °C to 80 °C) in order to be activated.

Hazard considerations for lithium metal batteries under normal operating conditions are as follows:

- 1) Fire hazards: There can be the potential for fire hazards if there are defects within the cells or design issues with the controls that prevent thermal runaway of the cells. Systems need to be evaluated for their ability to prevent propagation due to these defects.
- 2) Chemical hazards: Not applicable.
- 3) Electrical hazards: There are electrical hazards associated with routine maintenance of these batteries if they are at hazardous voltage and energy levels.
- 4) Stored energy hazards: There can be the potential for stored energy hazards during maintenance if the batteries cannot be isolated for maintenance or replacement.
- 5) Physical hazards: No known significant direct hazards.

Hazard considerations for lithium metal batteries under emergency/abnormal conditions are as follows:

- a) Fire hazards: There can be the potential for thermal runaway if the batteries are not maintained at appropriate operating parameters as a result of abnormal conditions and if not evaluated for their ability to prevent propagation due to latent defects. Also, there might be fire hazards due to short-circuiting abnormal conditions.
- b) Chemical hazards: The potential exists for exposure of water-reactive lithium metal.
- c) Electrical hazards: Electrical hazards might be present under abnormal conditions if the system is at hazardous voltage and energy levels.
- d) Stored energy hazards: There can be the potential for stored energy hazards if the batteries are exposed to abnormal conditions where they might still contain hazardous levels of energy. Damaged batteries might contain stored energy that can be a hazard during disposal if care is not taken.
- e) Physical hazards: Depending on the design of the system, the potential exists for physical hazards under abnormal conditions if accessible parts are overheating or if there is exposure to moving hazardous parts such as fans where guards might be missing.

B.6 Other technologies

To be described in a next edition, if any.

Annex C (informative)

Large-scale fire testing on BESS

A large-scale fire test of a BESS is intended to evaluate the fire characteristics of a BESS system that undergoes thermal runaway. The data generated can be used to determine the fire and explosion protection required for installation of a BESS. An example of this type of test method can be found in UL 9540A.

The test method is initiated through the establishment of a thermal runaway condition that leads to combustion within the BESS. The test method outlined in UL 9540A consists of several steps: cell level testing, module level testing, unit level testing and installation level testing. The cell and module level testing steps are information gathering steps to inform the unit and installation level testing. The following outlines the information that is gathered as part of this testing:

- a) Cell level – An individual cell fails in a manner that leads to thermal runaway and fire through a suitable method such as external heating. Data such as off-gassing contents, temperatures at venting and temperatures at thermal runaway are recorded.
- b) Module level – One or more cells within a BESS module fail in the manner determined during the cell level testing. Data such as fire propagation in the module, temperatures on the failed cells and surrounding cells, off-gassing contents and heat release data are gathered.
- c) Unit level – A complete BESS is installed surrounded by target (e.g. dummy) BESS and walls separated at a distance as intended in its installation. The module level test is repeated on a module located in the BESS in the most unfavorable location. Data such as temperature within the BESS, on surrounding walls and target BESS; incident heat flux on walls and target BESS; observation of fire propagation from BESS to target units and walls as well as observance of explosions or evidence of re-ignition within the BESS; and heat release and off-gassing contents are gathered.
- d) Installation level – This test is a repeat of the unit level test with the test conducted within a test room and with the intended fire suppression system installed as well as any overhead cables (that can lead to fire propagation) installed. This test is intended to validate the fire suppression system for the BESS installation. Data such as temperature within the BESS, on surrounding walls and target BESS; incident heat flux on walls and target BESS; fire propagation from the BESS to target units, walls or overhead cables and any observable explosion incidents or re-ignition within the BESS; and off-gassing contents (if needed) and heat release are gathered.

The data and other information gathered as a result of the testing steps noted above can be used to determine the suitability of the protection measures utilized in the BESS installation. These include the following:

- 1) Control of the size, separation distances and maximum quantity of BESS for an installation based upon data gathered during testing.
- 2) Suitability of installation construction based upon temperatures measured and observable fire propagation.
- 3) Suitability of the fire suppression means for a BESS installation based upon temperatures and observable fire propagation.
- 4) Design of ventilation, exhaust and deflagration protection needed within an installation according to local codes and regulations based upon off-gassing information.
- 5) Location and type of gas detection within a BESS installation based upon off-gassing information.
- 6) The fire-protecting door of BESS should be selected to allow firefighters to react.

Annex D (informative)

Test methods for protection from hazards arising from environments

D.1 General

Annex D includes the test methods for confirming compliance with 8.2.9.1, 8.2.9.2 and 8.2.9.3. They are based on the test methods that can be found in ANSI/CAN/UL 9540.

D.2 Outdoor installations subject to moisture exposure

The BESS intended for installation outdoors, where they will be subject to rated levels of moisture exposure shall be tested in accordance with their environmental ratings outlined in their nameplate labels and installation instructions.

Based upon the ratings of the system, moisture resistance testing shall be done in accordance with IEC 60529 (or another appropriate standard, if any).

At the conclusion of the test, the sample is to be subjected to the electric insulation resistance tests in 8.2.1.5 (or in another appropriate standard, if any) and examined for signs of water in the system that could result in a hazardous condition.

As a result of the water exposure, there shall be no evidence of water on parts that could result in a hazard and no reduction of spacing or breakdown/deterioration in insulation levels.

D.3 Outdoor installation near marine environments

The BESS intended for installation outdoors near marine environments in accordance with the installation instructions, where they will be subject to salt fog exposure, shall be tested as outlined below.

The BESS shall be tested in accordance with IEC 60068-2-52 for severities 1 or 2.

At the conclusion of the testing, the systems shall be subjected to the electric insulation resistance tests in 8.2.1.5 (or in another appropriate standard, if any) to determine that insulation has not been damaged in a manner that would result in an electric shock hazard.

The BESS shall be examined for signs of damage as a result of salt exposure that would indicate a potential for a safety hazard (e.g. corrosion of parts that could result in weakening of a securement or an enclosure, damage to insulation). If operational, the BESS is to be operated to determine that it can do so without hazard.

As a result of the test, the BESS shall not show evidence of damage from salt fog exposure that could result in a hazard such as electrical, shock, overheating or damage that could result in a physical hazard.

Annex E

(informative)

Information for validation of BESS life cycle safety management

E.1 Overview

Annex E provides operation and maintenance stakeholders with relevant information to keep the safety conditions of BESS through their lifetime. To keep the BESS in a safe condition, stakeholders with responsibility for operation and maintenance, and manufacturers and integrators should keep in touch and co-operate with each other to utilize the information set out in Annex E.

E.2 General introduction

During the lifetime of BESS, the chemical state of electrochemical accumulation subsystems constantly changes because of charge, discharge, and deterioration due to ageing. The operation and maintenance workers of BESS can also be rotated from time to time.

Therefore, it is important to prevent incidents by a proactive approach. A combination of continuous data monitoring of the BESS state over a communication network (e.g. Internet of things) and constant observation by workers (e.g. surveillance image viewing, on-site patrol) is highly expected. It is also necessary to keep any manuals, frameworks and facilities for safety of untrained staff and neighbouring inhabitant.

E.3 Operation and maintenance process

The operation and maintenance process should be managed by guidelines, manuals, risk assessment and application of national and local rules according to 7.13.1.2 and Clause 9. This process should be assured by a third party to confirm that the BESS can be maintained and operated in a safe condition.

E.4 Preventive maintenance

Preventive maintenance should be conducted according to 7.13.1.3. Additional recommended practices for preventive maintenance are described below.

Identification data (ID) of operation and maintenance staff will be registered together with those qualifications and training records. All the IDs of operation and maintenance staff in charge will be recorded every time.

All the replacements of consumables and engineering tasks performed will be recorded as maintenance information.

During on-site maintenance the following operations will be undertaken:

- confirmation of the correct operation of subsystems and fixtures of subsystems;
- confirmation of the physical and data communications between subsystems;
- a check of the cleanliness of filters within air conditioning subsystems;
- an operational check of measurement devices, circuit breakers, and air conditioning subsystems;

- a visual and operational check and checking whether a cleaning around electrochemical accumulation subsystems is necessary (e.g. removing incrustations such as electrolyte liquid spilt, dirt around terminals, migration and corrosion products);
- a soundness check of the cable according to any appropriate international standards;
- a soundness check of the HVAC subsystem according to any appropriate international standards;
- a soundness check of monitoring systems in general;
- a soundness check of the fire detection, suppression and alarm subsystem according to any appropriate international standards.

E.5 Measuring and monitoring of system soundness

The measuring and monitoring of system soundness should be done according to 7.13.1.4.

E.6 Staff training

Staff training should be done for appropriate staff periodically according to the safety training guideline created according to 7.13.1.5. To keep the BESS in a safety condition, not only ordinary safety training, but also training for preparation against emergencies is highly expected. For example, in case of trouble of subsystems, automatic fire suppression subsystem may not work on fire, so a training into a manual fire extinguishing process should be provided. These severe emergency trainings should be led by the facility manager or operation manager.

E.7 Partial system change

Partial subsystem or device change should be noted according to 7.13.2. The confirmation tests after a partial system change have to pay attention to the safety aspect. In particular, concerning the interference and mutual effect risk between subsystems, the propagation risk of heat and EMC are difficult to check before the confirmation test. Therefore, the facility manager or operations manager should pay attention to safety conditions not only by a confirmation test but also by inspections after a confirmation test for several hours or several weeks.

E.8 Design revision

Safety design revisions should be done according to 7.13.3. During this process, attention should be paid to the scope of the BESS application. It is established that replacements of the whole subsystems have to be done with the safety design revision. However, there are some cases where replacements of the internal devices of subsystems have to be done with the safety design revision in spite of its difficulty because it can be the cause of BESS incidents. Therefore, the facility manager or operation manager should pay attention first to the effect on total BESS safety. They should request the system integrator or manufacturer to do the risk analyses of BESS safety (e.g. FMEA etc.). Especially, an analysis should be requested when the protection, control and monitoring system and safety equipment are replaced.

Annex F (informative)

BESS safety signage

Safety signs should be provided in accordance with the result of the risk assessment process (see Clause 6) and local regulations. The following, among others, should be included:

- emergency exit;
- manufacturer name;
- phone number for emergency;
- prohibition of access to unauthorized persons;
- mandatory use of PPE;
- AC voltage [VAC] warning;
- DC voltage [VDC] warning;
- first aid measures;
- arc flash and shock hazard – appropriate PPE required;
- battery types;
- gas hazard.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62933-5-2:2020

Annex G

(informative)

Example of testing for verification of thermal control operation

BESS that fit within a temperature testing chamber shall be subjected to this type test. As part of type testing, the BESS shall be checked to ascertain if charging and discharging are stopped when the temperature of electrochemical accumulation subsystems exceeds the temperature limit which is indicated by the manufacturer. The BESS is to be placed in a chamber that is heated to the maximum ambient temperature for charging specified for the BESS plus an additional 10 °C. The BESS is to be in the chamber for sufficient time for the temperature to stabilize before attempting to charge. An attempt to charge the BESS, while it is in the heated condition, shall be conducted to determine if the charging is not possible when the BESS is heated above the specified ambient temperature for charging. A similar method is used for discharging, by first heating the BESS to the maximum discharge condition temperature plus 10 °C, until it is stabilized at that temperature. An attempt is then made to discharge the BESS to see if it cannot be discharged above the maximum specified discharge temperature.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62933-5-2:2020

Bibliography

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

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

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

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

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

IEC 60617(all parts), *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60721(all parts), *Classification of environmental conditions*

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

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

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

IEC 61427-1, *Secondary cells and batteries for renewable energy storage – General requirements and methods of test – Part 1: Photovoltaic off-grid application*

IEC 61427-2, *Secondary cells and batteries for renewable energy storage – General requirements and methods of test – Part 2: On-grid applications*

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

IEC 61511-1:2016, *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements*

IEC 62040-1, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 1: Safety requirements*

IEC 62040-2, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

IEC 62116:2014, *Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures*

IEC 62351 (all parts), *Power systems management and associated information exchange – Data and communications security*

IEC TS 62351-2:2008, *Power systems management and associated information exchange – Data and communications security – Part 2: Glossary of terms*

IEC 62381:2012, *Automation systems in the process industry – Factory acceptance test (FAT), site acceptance test (SAT), and site integration test (SIT)*

IEC TS 62443-1-1:2009, *Industrial communication networks – Network and system security – Part 1-1: Terminology, concepts and models*

IEC 62443-2-4, *Security for industrial automation and control systems – Part 2-4: Security program requirements for IACS service providers*

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

IEC 62531:2012, *Property Specification Language (PSL)*

IEC TS 62686-1:2015, *Process management for avionics – Electronic components for aerospace, defence and high performance (ADHP) applications – Part 1: General requirements for high reliability integrated circuits and discrete semiconductors*

IEC 62909-1, *Bi-directional grid connected power converters – Part 1: General requirements*

IEC 62932-1:2020, *Flow battery energy systems for stationary applications – Part 1: Terminology and general aspects*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

IEC White Paper, *Electrical Energy Storage*

ISO 1182, *Reaction to fire tests for products – Non-combustibility test*

ISO 9241 (all parts), *Ergonomics of the human-system interaction*

ISO 13732-1:2006, *Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces*

ISO 13850:2015, *Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design*

ISO 13857:2008, *Safety of machinery – Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*

ISO 13943:2008, *Fire safety – Vocabulary*

ISO/IEC14543-2-1:2006, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 2-1: Introduction and device modularity*

“Analyzing system safety in lithium-ion grid energy storage”, D. Rosewater and A. Williams, *Journal of Power Sources* 300(2015) 460-471

N. Leveson and J. Thomas, STPA Handbook, 2018”

ANSI/CAN/UL 9540, *Standard for Energy Storage Systems and Equipment*

NFPA 400:2019, *Hazardous Materials Code*

NFPA 704:2017, *Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response*

UL 9540A, *Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62933-5-2:2020

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62933-5-2:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	78
INTRODUCTION.....	80
1 Domaine d'application	81
2 Références normatives	81
3 Termes et définitions	83
4 Lignes directrices fondamentales pour la sécurité du BESS.....	84
4.1 Généralités	84
4.2 Approche de sécurité du BESS	86
4.3 Modifications de propriété, commande ou utilisation du BESS	88
5 Considérations relatives aux dangers	88
6 Appréciation du risque propre au système BEES	89
6.1 Structure du BESS.....	89
6.1.1 Caractéristiques générales	89
6.1.2 Caractéristiques spécifiques	90
6.2 Description des conditions d'utilisation du BESS.....	90
6.3 Analyse du risque	91
6.3.1 Généralités.....	91
6.3.2 Identification des dangers spécifique au BESS	91
6.3.3 Considération du risque.....	91
6.3.4 Analyse du risque au niveau du système	91
6.4 Appréciation du risque au niveau du système	92
7 Exigences nécessaires à la réduction des risques	92
7.1 Mesures générales de réduction des risques	92
7.2 Mesures préventives contre tout dommage au voisinage.....	92
7.3 Mesures préventives contre toute blessure ou lésion physique ou tout dommage préjudiciables à la santé des travailleurs et des résidents	93
7.4 Conception de la protection contre les surintensités.....	93
7.5 Déconnexion et arrêt du BESS.....	93
7.6 Fonctionnement et maintenance	93
7.7 Formation du personnel	93
7.8 Conception de la sécurité	93
7.9 Exigences générales pour la sécurité du BESS.....	93
7.10 Prévention intrinsèque du BESS	94
7.10.1 Protection contre les dangers électriques	94
7.10.2 Protection contre les dangers mécaniques.....	95
7.10.3 Protection contre l'explosion.....	96
7.10.4 Protection contre les dangers provenant des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques.....	96
7.10.5 Protection contre les dangers d'incendie	96
7.10.6 Protection contre les dangers liés à la température	97
7.10.7 Protection contre les effets chimiques	97
7.10.8 Protection contre les dangers provenant de dysfonctionnements des systèmes auxiliaires, de commande et de communication.....	97
7.10.9 Protection contre les dangers provenant des milieux environnants	98

7.11	Protecteurs et mesures de prévention	98
7.11.1	Généralités	98
7.11.2	Déconnexion et arrêt du BESS	98
7.11.3	Autres protecteurs et fonctions de protection du BESS	100
7.12	Informations pour les utilisateurs finaux	104
7.13	Gestion de la sécurité du cycle de vie	104
7.13.1	Fonctionnement et maintenance	104
7.13.2	Remplacement partiel du système	108
7.13.3	Révision de conception	108
7.13.4	Gestion de fin de durée de vie en service	110
7.13.5	Mesures de validation de la gestion de la sécurité du cycle de vie	110
8	Validation et essai du système	110
8.1	Généralités	110
8.2	Validation et essai du BESS	113
8.2.1	Dangers électriques	113
8.2.2	Dangers mécaniques	115
8.2.3	Explosion	116
8.2.4	Dangers provenant des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques	116
8.2.5	Dangers d'incendie (propagation)	117
8.2.6	Dangers liés à la température	117
8.2.7	Effets chimiques	119
8.2.8	Dangers provenant de dysfonctionnements des systèmes auxiliaires, de commande et de communication	120
8.2.9	Dangers provenant de l'environnement	120
8.2.10	Indice de protection de l'enveloppe et des protecteurs du BESS	121
9	Lignes directrices et manuels	121
Annexe A (informative)	Modèles de propriété des BESS	122
Annexe B (informative)	Dangers et risques liés aux BESS	123
B.1	Introduction générale	123
B.2	Préoccupations concernant le danger	129
B.2.1	Généralités	129
B.2.2	Dangers d'incendie	129
B.2.3	Dangers chimiques	129
B.2.4	Dangers électriques	130
B.2.5	Dangers de transfert d'énergie	130
B.2.6	Dangers physiques	130
B.2.7	Dangers liés à une haute pression	130
B.3	Considérations relatives aux dangers dans des conditions normales de fonctionnement	130
B.3.1	Dangers d'incendie et d'explosion	130
B.3.2	Dangers chimiques	131
B.3.3	Dangers électriques	131

B.4	Considérations relatives aux dangers dans des conditions d'intervention d'urgence/anormales	132
B.4.1	Dangers d'incendie	132
B.4.2	Dangers chimiques	133
B.4.3	Dangers électriques	134
B.4.4	Dangers physiques	135
B.5	Technologies de batteries disponibles dans le commerce	135
B.5.1	Batteries aux ions de lithium (Li-ion) (C-A)	135
B.5.2	Batteries au plomb (C-B)	136
B.5.3	Batteries au nickel (C-B)	138
B.5.4	Batteries au sodium haute température (C-C)	140
B.5.5	Batteries d'accumulateurs à circulation d'électrolyte (C-D)	142
B.5.6	Batteries solides au métal de lithium (C-Z)	143
B.6	Autres technologies	144
Annexe C (informative)	Essai au feu à grande échelle sur les BESS	145
Annexe D (informative)	Méthodes d'essai pour la protection contre les dangers provenant des milieux environnants	147
D.1	Généralités	147
D.2	Installations extérieures soumises à une exposition à l'humidité	147
D.3	Installations extérieures à proximité d'environnements marins	147
Annexe E (informative)	Informations pour la validation de la gestion de la sécurité du cycle de vie des BESS	148
E.1	Vue d'ensemble	148
E.2	Introduction générale	148
E.3	Processus de fonctionnement et de maintenance	148
E.4	Maintenance préventive	148
E.5	Mesure et surveillance du bon état du système	149
E.6	Formation du personnel	149
E.7	Remplacement partiel du système	149
E.8	Révision de conception	150
Annexe F (informative)	Signalétique de sécurité des BESS	151
Annexe G (informative)	Exemple d'essai de vérification du fonctionnement de commande thermique	152
Bibliographie		153
Figure 1	Description générale de l'appréciation et de la réduction du risque pour le BESS	85
Figure 2	Exemple d'architecture d'un BESS	89
Figure 3	Exemple de condition d'isolation (isolation complète du BESS)	99
Figure 4	Incompatibilité de capacité et/ou utilisation d'un BESS	109
Tableau 1	Catégories de BESS	87
Tableau 2	Exemples d'utilisation du BESS	88
Tableau 3	Exemples de composants des sous-systèmes d'un BESS	90
Tableau 4	Exemples d'incompatibilités qui peuvent survenir par suite de modifications du système	109
Tableau 5	Vue d'ensemble de la validation et de l'essai du BESS	112
Tableau B.1	Dangers communs des BESS	125

Tableau B.2 – Dangers liés aux BESS utilisant une batterie à électrolyte non aqueux (catégorie « C-A »)	126
Tableau B.3 – Dangers liés aux BESS utilisant une batterie à électrolyte aqueux (catégorie « C-B »)	127
Tableau B.4 – Dangers liés aux BESS utilisant une batterie haute température (catégorie « C-C »)	128
Tableau B.5 – Dangers liés aux BESS utilisant une batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte (catégorie « C-D »)	129

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62933-5-2:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES DE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE (EES) –

Partie 5-2: Exigences de sécurité pour les systèmes EES
intégrés dans un réseau – Systèmes électrochimiques

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62933-5-2 a été établie par le comité d'études 120 de l'IEC: Systèmes de stockage de l'énergie électrique.

Cette Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC TS 62933-5-1:2017.

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

FDIS	Rapport de vote
120/173/FDIS	120/182/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62933, publiées sous le titre général *Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62933-5-2:2020

INTRODUCTION

Tous les systèmes de stockage de l'énergie électrique (EESS – *electrical energy storage systems*) respectent les exigences de sécurité générales décrites dans la spécification technique IEC TS 62933-5-1 établie sur une approche système. L'IEC 62933-5-2 suit la même structure que l'IEC TS 62933-5-1 et spécifie des exigences supplémentaires pour les systèmes de stockage de l'énergie sur batterie (BESS – *battery energy storage systems*). Les exigences supplémentaires sont spécifiées pour les raisons suivantes:

- a) Les BESS peuvent être intégrés à toute une série de réseaux électriques.
- b) Le niveau de sensibilité aux exigences de sécurité peut varier entre les services, intégrateurs de systèmes, opérateurs et utilisateurs finaux.
- c) Bien que les normes internationales ISO et IEC couvrent généralement la sécurité des sous-systèmes individuels, les questions de sécurité que soulève la combinaison des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation et des sous-systèmes électriques éventuels ne sont pas toujours prises en considération. Les BESS sont des systèmes complexes en raison des nombreuses options et configurations possibles de batterie y compris la combinaison des sous-systèmes (par exemple, système de commande pour les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation, ainsi que les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation, les sous-systèmes de conversion de puissance et les sous-systèmes auxiliaires). La conformité aux normes et aux matériaux associés produits spécifiquement pour la sécurité des sous-systèmes peut ne pas être suffisante pour atteindre un niveau de sécurité acceptable pour le système global.
- d) Les BESS peuvent présenter des dangers de sécurité supplémentaires dus, par exemple, à la présence de produits chimiques, l'émission de gaz toxiques, le déversement de produits chimiques autour des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation et l'occurrence de situations critiques pour la sécurité occasionnée par des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation. Ces dangers entraînent des problèmes de sécurité pour le BESS dans son ensemble. Ils peuvent provoquer une perte de puissance dans toute partie des systèmes et des bâtiments qui peut engendrer des menaces supplémentaires pour la sécurité. Ces dangers individuels peuvent influencer sur l'ensemble du système.

SYSTÈMES DE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE (EES) –

Partie 5-2: Exigences de sécurité pour les systèmes EES intégrés dans un réseau – Systèmes électrochimiques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62933 décrit principalement les aspects liés à la sécurité des personnes et, le cas échéant, les questions de sécurité associées à l'environnement et aux êtres vivants pour les systèmes de stockage de l'énergie raccordés à un réseau qui utilisent un sous-système électrochimique de stockage.

La présente norme de sécurité est applicable au cycle de vie complet des BESS (de la conception à la gestion de la fin de durée de vie en service).

Le présent document prévoit d'autres dispositions de sécurité issues de l'utilisation d'un sous-système électrochimique de stockage (par exemple, système de batteries) dans les systèmes de stockage de l'énergie qui ne relèvent pas des considérations de sécurité générale décrites dans l'IEC TS 62933-5-1.

Le présent document spécifie les exigences de sécurité d'un système de stockage de l'énergie « électrochimique » en tant que « système » afin de réduire le risque de danger ou de dommage dû aux dangers associés à un système de stockage de l'énergie électrochimique. Ces dangers ont pour origine les interactions entre les sous-systèmes telles qu'elles sont actuellement appréhendées.

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 60068-2-52, *Essais d'environnement – Part 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

IEC 60079-7:2015, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection du matériel par sécurité augmentée « e »*

IEC 60079-7:2015/AMD1:2017

IEC 60079-13, *Atmosphères explosives – Partie 13: Protection du matériel par salle à surpression interne « p » et salle à ventilation artificielle « v »*

IEC 60079-29 (toutes les parties), *Atmosphères explosives – Détecteurs de gaz*

IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

IEC 60364-4-44, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*

IEC 60364-6:2016, *Installations électriques à basse tension – Partie 6: Vérification*

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

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

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

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

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

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

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

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

IEC 61882, *Études de danger et d'exploitabilité (études HAZOP) – Guide d'application*

IEC 61936-1:2010, *Installations électriques en courant alternatif de puissance supérieure à 1 kV – Partie 1: Règles communes*
IEC 61936-1:2010/AMD1:2014

IEC 62305-2, *Protection contre la foudre – Partie 2: Évaluation des risques*

IEC 62368-1, *Équipements des technologies de l'audio/vidéo, de l'information et de la communication – Exigences de sécurité*

IEC 62477-1:2012, *Exigences de sécurité applicables aux systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance – Partie 1: Généralités*
IEC 62477-1:2012/AMD1:2016

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

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

IEC 62933-1, *Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) – Partie 1: Vocabulaire*

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

ISO/IEC Guide 51:2014, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 62933-1, de l'IEC TS 62933-5-1 ainsi que les suivants, s'appliquent.

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

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

NOTE Lorsque les définitions de l'IEC 62933-1 et de l'IEC TS 62933-5-1 présentent des différences, la définition de l'IEC 62933-1 prévaut sauf spécification contraire dans le présent document.

3.1

système de stockage de l'énergie sur batterie

BESS

système de stockage de l'énergie électrique avec un sous-système d'accumulation reposant sur les batteries avec accumulateurs

Note 1 à l'article: Le système de stockage de l'énergie sur batterie inclut un système de production d'énergie à batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte (3.1.15 de l'IEC 62932-1:2020).

Note 2 à l'article: Les batteries sont définies dans l'IEC 60050-482:2004, 482-01-04 et les accumulateurs sont définis dans l'IEC 60050-482:2004, 482-01-03.

Note 3 à l'article: L'abréviation « BESS » est dérivée du terme anglais développé correspondant « *battery energy storage system* ».

3.2

site occupé

emplacement interne ou contigu à un bâtiment ou à une structure avec une toiture, occupé par des personnes qui y vivent ou y travaillent

Note 1 à l'article: Un emplacement qui n'est pas un site occupé est appelé « site non occupé ».

3.3

essai de type

essai de conformité effectué sur une ou plusieurs entités représentatives de la production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.4

essai individuel de série

essai de conformité effectué sur chaque entité en cours ou en fin de fabrication

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.5

essai d'acceptation en usine

FAT

activité en usine visant à démontrer que le système EES, les sous-systèmes, les composants et les systèmes/dispositifs supplémentaires fournis sont conformes aux spécifications

Note 1 à l'article: L'abréviation « FAT » est dérivée du terme anglais développé correspondant « *factory acceptance test* ».

[SOURCE: IEC 62381:2012, 3.1.3, modifiée – La définition originale a été précisée pour le système ESS et la note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.6

essai d'acceptation sur site

SAT

activité sur site visant à démontrer que le système EES peut fonctionner conformément aux spécifications et aux instructions d'installation du système applicables

Note 1 à l'article: L'abréviation « SAT » est dérivée du terme anglais développé correspondant « *site acceptance test* ».

[SOURCE: IEC 62381:2012, 3.1.4, modifiée – La définition originale a été précisée pour le système ESS et la note 1 à l'article a été ajoutée.]

4 Lignes directrices fondamentales pour la sécurité du BESS

4.1 Généralités

Une appréciation et une réduction du risque associé au BESS tel que fabriqué et tel que destiné à être installé doivent être effectuées selon la séquence représentée à la Figure 1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62933-5-2:2020

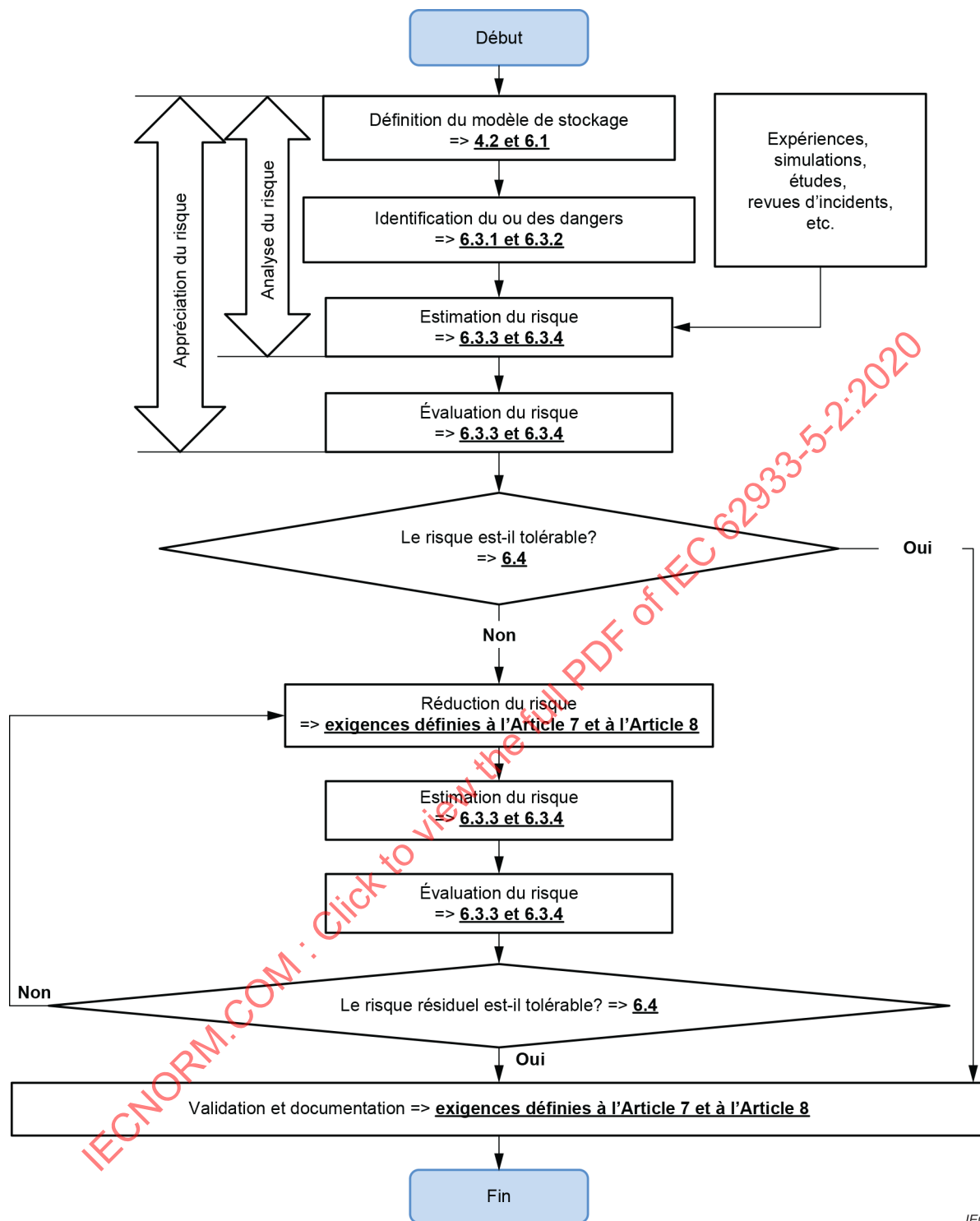


Figure 1 – Description générale de l'appréciation et de la réduction du risque pour le BESS

Les risques peuvent dépendre de nombreux facteurs y compris l'emplacement, la composition chimique et la taille/échelle (par exemple, puissance) du BESS. Il est nécessaire d'effectuer une appréciation des risques en conséquence. L'emplacement du BESS peut varier d'applications domestiques simples à des installations de systèmes à grande échelle en passant par des applications commerciales et industrielles. Il est nécessaire d'effectuer une appréciation des risques en conséquence. Le choix des compositions chimiques pour le sous-système électrochimique d'accumulation du BESS peut dépendre de leur environnement, des caractéristiques de performances et des coûts/avantages associés éventuels.

Comme le décrit le Guide 51 de l'ISO/IEC, les mesures de réduction du risque prises lors de la conception se présentent sous la forme d'une « prévention intrinsèque », de « protecteurs et dispositifs de protection » et d'« informations pour les utilisateurs finaux ». Le Guide 51 de l'ISO/IEC décrit également les mesures supplémentaires lors de la phase d'utilisation (gestion de la sécurité du cycle de vie).

4.2 Approche de sécurité du BESS

La conception du BESS, son installation prévue et son intégration au milieu bâti doivent être adaptées aux risques spécifiques qui apparaissent au cours de chaque phase de son cycle de vie. Ces phases du cycle de vie incluent généralement, entre autres:

- la fabrication/le montage final et les essais d'acceptation en usine (voir 7.10, 7.11 et 8.2);
- transport (voir 7.10, 7.11 et 8.2);
- essais d'installation, de mise en service et d'acceptation sur site (voir 7.10, 7.11, 7.12 et 8.2);
- le fonctionnement (voir 7.13);
- la maintenance et la réparation (voir 7.13);
- la réaffectation ou la mise hors service (voir 7.13).

Au cours du processus d'installation, le bon état de la communication des sous-systèmes essentiels pour réduire le plus possible le risque et faciliter la réponse aux incidents doit être assuré afin d'éviter tous dysfonctionnements des sous-systèmes de protection. Après l'installation du BESS, ces sous-systèmes doivent faire l'objet d'une vérification par examen ou par d'autres moyens appropriés, de manière à assurer leurs fonctions correctes avant la mise en service du BESS.

Toutes les exigences de santé, sécurité et environnement (HSE – *health, safety and environment*) applicables au BESS tel qu'il est installé doivent être satisfaites au cours de la maintenance et de la réparation du système.

Les considérations de conception de la sécurité et les analyses du risque pour chaque phase identifiée du cycle de vie doivent être documentées et communiquées conformément à l'Article 6 et à 7.13.

Un BESS conçu et construit pour assurer un niveau spécifié de fiabilité et de durabilité doit inclure non seulement les niveaux de sécurité comme caractéristique de conception du système global, mais également le niveau de sécurité des sous-systèmes qui est nécessaire pour obtenir le niveau spécifié. Au niveau des sous-systèmes, tous les sous-systèmes électrochimiques intégrés de stockage de l'énergie doivent satisfaire aux normes de sécurité appropriées (par exemple, IEC 62477-1, IEC 62619).

Les mesures de sécurité dédiées aux interactions entre les sous-systèmes doivent être conformes au résultat de l'appréciation du risque pour la sécurité au niveau du système.

Les tensions au point de connexion (POC), la capacité énergétique, l'occupation du site et la composition chimique du sous-système électrochimique d'accumulation propre aux BESS électrochimiques couramment utilisés sont différenciées comme énuméré dans le Tableau 1.

La mise en œuvre détaillée des mesures de sécurité exigées à l'Article 7 et à l'Article 8 peut être optimisée conformément au résultat de l'appréciation du risque propre aux systèmes BESS (voir l'Article 6) en utilisant les conditions fondamentales spécifiées dans le Tableau 1.

NOTE 1 Les compositions chimiques dont l'utilisation n'est pas courante pour les applications stationnaires ne sont pas prises en considération dans le présent document, mais peuvent l'être dans les éditions futures.

NOTE 2 Le terme « capacité énergétique du BESS » désigne la capacité énergétique totale des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation équipés derrière un POC.

Tableau 1 – Catégories de BESS

Caractéristiques de catégorisation	Désignations de catégorie	Explication
« Tension au point de connexion » dans le cas d'un BESS raccordé	V-L	Basse: $V \leq 1$ kV en courant alternatif ou 1,5 kV en courant continu
	V-H	Haute: $V > 1$ kV en courant alternatif ou 1,5 kV en courant continu
« Capacité énergétique » du BESS	E-S	Faible $E \leq 20$ kWh
	E-L	Non faible $E > 20$ kWh
« Occupation du site » par rapport au sous-système électrochimique d'accumulation	S-O	Site occupé (voir 3.2)
	S-U	Site non occupé (voir 3.2)
« Composition chimique » du sous-système électrochimique d'accumulation	C-A	BESS utilisant une batterie à électrolyte non aqueux (par exemple, batterie Li)
	C-B	BESS utilisant une batterie à électrolyte aqueux (par exemple, batterie au plomb, batterie Ni)
	C-C	BESS utilisant une batterie haute température (par exemple, batterie NaS, NaNiCl)
	C-D	BESS utilisant une batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte
	C-Z	Autres
NOTE 1 Les désignations des catégories de BESS sont décrites sous la forme « V-X / E-X / S-X / C-X » dans les exigences de la présente norme (par exemple, V-H / E-L / S-U / C-C). Certaines caractéristiques peuvent être omises si la limitation de catégorie quelle qu'elle soit ne s'applique pas.		
NOTE 2 Pour appliquer le présent document au BESS et à tout autre BESS électrochimique, y compris les superconducteurs chimiques, ces derniers BESS sont inclus dans la catégorie « C-Z ».		
NOTE 3 Les combinaisons de deux compositions chimiques ou plus de sous-systèmes électrochimiques d'accumulation sont incluses dans la catégorie « C-Z ».		

Des exemples d'utilisation de BESS peuvent être décrits comme indiqué dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Exemples d'utilisation du BESS

Scénario d'utilisation	Site	Restrictions/conditions d'accès en cours de fonctionnement et de maintenance
Utilisation résidentielle	BESS installé dans des logements individuels ou partagé par un petit nombre de logements et un grand nombre d'immeubles résidentiels ou de villas.	Peut être disposé à un emplacement non accessible à une maintenance régulière sans la coopération de l'occupant du logement et ne fait pas partie d'un système professionnel de fonctionnement et de maintenance.
	Un exemple d'application du Tableau 1 dans ce scénario d'utilisation des BESS peut être le suivant: « V-L/E-S ou L/S-O ou U/C-A ou B ».	
Utilisation commerciale	BESS installé dans de petites entreprises, partagé par un grand nombre de logements ou combinaison des utilisations ci-dessus comme dans le cas d'une rue ou d'un immeuble résidentiel.	Disposé à un emplacement accessible à une maintenance régulière pendant les heures d'ouverture et fait généralement partie d'un système professionnel de fonctionnement et de maintenance.
	Un exemple d'application du Tableau 1 dans ce scénario d'utilisation des BESS peut être le suivant: « V-H ou L/E-L/S-O ou U/C-A, B, C ou D ».	
Utilisation industrielle	BESS installé dans de grandes entreprises telles que des usines, centres de données, entrepôts, etc., ou partagé par un grand nombre de logements, comme dans un quartier urbain.	Disposé à un emplacement accessible à une maintenance régulière pendant les heures d'ouverture et fait partie d'un système professionnel de fonctionnement et de maintenance.
	Un exemple d'application du Tableau 1 dans ce scénario d'utilisation des BESS peut être le suivant: « V-H/E-L/S-O ou U/C-A, B, C ou D »..	
Utilisation sur réseau public	BESS raccordé directement au réseau de distribution.	Disposé à un emplacement accessible en permanence à une maintenance régulière et fait partie d'un système professionnel de fonctionnement et de maintenance. Le système est généralement disposé à l'intérieur d'une zone à accès limité, ou l'accès au système proprement dit est limité aux personnes autorisées.
	Un exemple d'application du Tableau 1 dans ce scénario d'utilisation des BESS peut être le suivant: « V-H/E-L/S-O ou U/C-A, B, C ou D ».	

4.3 Modifications de propriété, commande ou utilisation du BESS

Dans tous les cas d'un transfert de propriété ou de responsabilité d'exploitation, il convient de transmettre les informations du registre de surveillance au nouveau propriétaire comme partie intégrante de la documentation système, y compris les mesures de conformité aux exigences des 7.13.2 et 7.13.3. En cas de maîtrise nécessaire des risques identifiés liés au BESS, il convient de clarifier les rôles et les responsabilités en matière de gestion et de maîtrise des risques pour la sécurité existants ou nouveaux éventuels dus aux modifications programmées ou déjà effectuées.

L'Annexe A fournit des informations complémentaires concernant la propriété du BESS.

5 Considérations relatives aux dangers

Les considérations générales relatives aux dangers liés à l'EESD décrites à l'Article 5 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 s'appliquent.

6 Appréciation du risque propre au système BEES

6.1 Structure du BESS

6.1.1 Caractéristiques générales

Un modèle de stockage du BESS doit être créé pour une appréciation appropriée du risque pour la sécurité avec des caractéristiques de clarification telles que présentées ci-dessous.

Un exemple de BESS comprenant un POC primaire, un POC auxiliaire et un sous-système de commande est représenté à la Figure 2 et dans le Tableau 2. Dans certains cas, un ou plusieurs sous-systèmes ou composants peuvent ne pas être présents. Les dispositifs de communication entre les sous-systèmes de gestion, de communication et de protection, ainsi que les autres sous-systèmes sont représentés sous la forme de flèches pointillées.

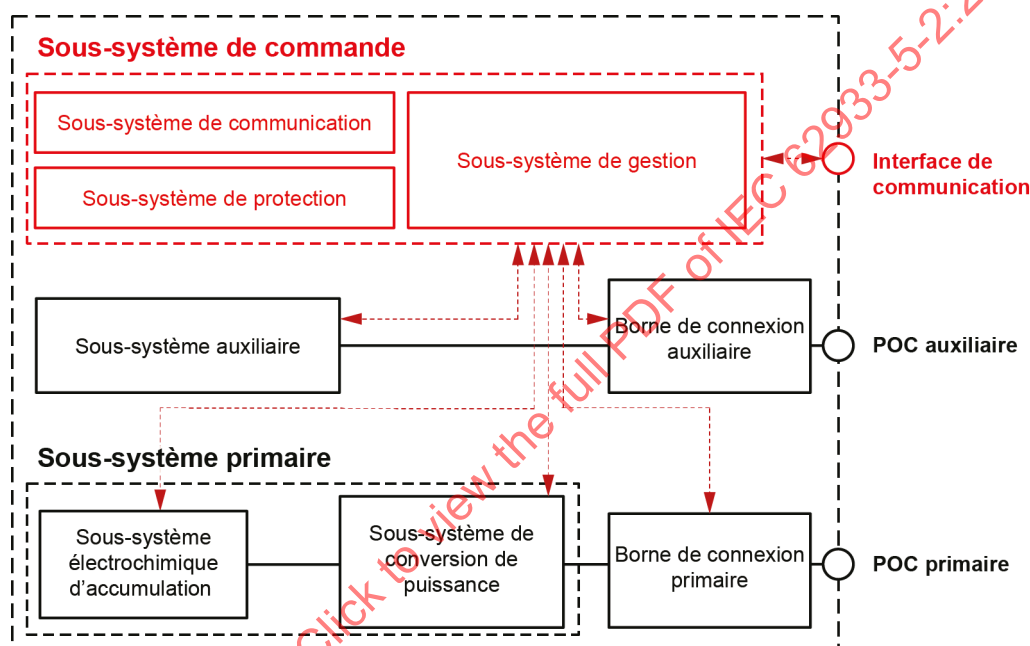


Figure 2 – Exemple d'architecture d'un BESS

NOTE La Figure 2 constitue un exemple d'architecture type d'un BESS. Il peut exister des cas qui ne sont pas adaptés à la Figure 2.

Tableau 3 – Exemples de composants des sous-systèmes d'un BESS

« Sous-systèmes »	« Composants »
Sous-système de gestion	Contrôleur de système et/ou système de gestion de l'énergie
Sous-système de communication	Tableau de commande (interface humaine), communication et/ou surveillance du système, communication par compteur
Sous-système de protection	Relais (terre, surintensité, surtension, sous-tension, fréquence excessive, fréquence insuffisante, etc.)
Sous-système auxiliaire	Système(s) de détection d'incendie, chaleur et/ou fumée, système de lutte contre l'incendie, extincteur, installation CVC (chauffage, ventilation et climatisation), éléments de fixation du système, transformateurs auxiliaires, appareillage de connexion de distribution électrique auxiliaire, alimentation sans interruption auxiliaire (ASI)
Borne de connexion auxiliaire	Bornes de connexion, câble (type, classement au feu, indice de protection thermique, indice de protection chimique, dimension et souplesse)
Sous-système électrochimique d'accumulation	Batterie (y compris système de gestion de batterie), dispositifs de communication, dispositifs de protection, fixation mécanique, câbles NOTE Il existe de nombreux cas dans lesquels les BESS comprennent des nombres ou des types multiples de sous-systèmes électrochimiques d'accumulation
Sous-système de conversion de puissance	Transformateur, convertisseur courant alternatif /courant continu, onduleur, contrôleur PCS, interrupteurs
Borne de connexion primaire	Borne de connexion, câble (type, indice de protection thermique, indice de protection chimique, dimension et souplesse)
Autres	Compartiment et/ou bâtiment/enveloppe, fondations, alimentation en eau, système CVC du bâtiment, fusibles, marquages de sécurité

6.1.2 Caractéristiques spécifiques

Les principaux types de BESS catégorisés précédemment selon 4.2 peuvent être différents non seulement en matière de composition chimique du sous-système électrochimique d'accumulation, mais également de type de sous-systèmes auxiliaires indiqués ci-dessous:

- sous-système auxiliaire spécifique de catégorie « C-C » (BESS utilisant une batterie haute température)
 - circuit de chauffe du sous-système électrochimique d'accumulation
- sous-système auxiliaire spécifique de catégorie « C-D » (BESS utilisant une batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte)
 - échangeur de chaleur
 - système de gestion de fluide (pompe, cuve, canalisation, soupape, etc.)

6.2 Description des conditions d'utilisation du BESS

La description fondamentale des conditions d'utilisation du BESS doit être catégorisée conformément au Tableau 1 (voir 4.2). La description plus détaillée conforme au 6.2 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 s'applique au BESS.

6.3 Analyse du risque

6.3.1 Généralités

Une analyse du risque (identification des dangers et estimation du risque) lié au BESS doit être effectuée conformément aux 4.1, 4.2, 6.3.2, 6.3.3 et 6.3.4.

Les considérations générales pour l'analyse de tout risque lié à un EESS sont décrites dans l'IEC TS 62933-5-1.

Une approche itérative doit être appliquée (parce que plusieurs applications successives peuvent réduire le risque, en utilisant au mieux la technologie disponible). Dans l'application de ce processus, il est nécessaire de prendre en considération la sécurité du BESS pendant toutes les phases de son cycle de vie.

L'Annexe B spécifie les informations utiles concernant les dangers et les risques liés au BESS.

6.3.2 Identification des dangers spécifique au BESS

Le scénario, en tant que résultat de l'appréciation du risque lié au BESS, doit comprendre les modes de défaillance des sous-systèmes spécifiques (dangers identifiés spécifiques au BESS) comme points de départ de l'analyse.

6.3.3 Considération du risque

Les scénarii de risque lié au BESS doivent comprendre toutes les interactions entre les sous-systèmes. Les exemples de scénarii comprennent, entre autres:

- la propagation du ou des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation vers les autres sous-systèmes;
- la propagation à partir des sous-systèmes de non-accumulation;
- les défaillances/pannes simultanées de plusieurs sous-systèmes;
- la perte de fonction des sous-systèmes liée à la sécurité.

6.3.4 Analyse du risque au niveau du système

L'appréciation du risque au niveau du système (BESS) doit être effectuée au niveau d'un composant, d'un module et du système final. Une analyse appropriée doit être effectuée afin de démontrer qu'une analyse du risque adaptée a été effectuée au niveau d'un composant, d'un module et du système final.

Les conditions générales d'une « analyse du risque au niveau du système » sont décrites au 6.3.3 de l'IEC TS 62933-5-1:2017.

L'analyse du risque au niveau du système (BESS) doit être effectuée sur la base du risque (dimension/sévérité du BESS) et de la complexité du système en utilisant l'une des techniques suivantes ou une technique équivalente:

- analyse du risque ascendante par premiers principes (par exemple, analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE): voir l'IEC 60812);
- analyse descendante (par exemple, analyse par arbre de panne (AAP): voir l'IEC 61025);
- analyse combinée et/ou intégrée (par exemple, étude de danger et d'exploitabilité (HAZOP – *hazard and operability study*): voir l'IEC 61882, STAMP (*systems theoretic accident model and processes* – modèle d'accident systémique)).

6.4 Appréciation du risque au niveau du système

L'appréciation de tous les risques doit porter sur l'influence de ces derniers sur les opérateurs, les utilisateurs et le voisinage qui peuvent occuper le site du BESS. Ces risques doivent être classés comme tolérables ou non tolérables.

NOTE Si les systèmes reposent sur l'électronique et les logiciels, la fonctionnalité de ces commandes est évaluée. Par exemple, une norme de sécurité fonctionnelle appropriée peut être utilisée à cette fin.

Si certains risques ne sont pas tolérables, des mesures appropriées doivent être prises selon les exigences des Articles 7 et 8.

La documentation relative à l'appréciation et à la réduction du risque lié au BESS doit être disponible et doit comprendre toutes les exigences spécifiées à l'Article 6.

7 Exigences nécessaires à la réduction des risques

7.1 Mesures générales de réduction des risques

Les conditions générales de sécurité relatives à un EESS sont décrites au 7.1 de l'IEC TS 62933-5-1:2017.

La priorité des approches de réduction du risque (issue du 6.3.5 du Guide 51 de l'ISO/IEC:2014) doit être la suivante:

- a) prévention intrinsèque;
- b) protecteurs et dispositifs de protection;
- c) informations pour les utilisateurs finaux.

Les mesures de prévention intrinsèque constituent la première et la plus importante étape du processus de réduction des risques. En effet, les mesures de prévention inhérentes aux caractéristiques du produit ou du système sont susceptibles de rester efficaces. En revanche, l'expérience indique que des protecteurs et des dispositifs de protection, même bien conçus, peuvent présenter une défaillance ou être contournés, et que les informations pour l'utilisation peuvent ne pas être suivies.

Des protecteurs et des dispositifs de protection doivent être utilisés chaque fois que l'application d'une mesure de prévention intrinsèque ne permet raisonnablement ni d'éliminer les dangers ni de réduire suffisamment les risques. Des mesures de prévention complémentaires impliquant d'autres équipements (équipement d'arrêt d'urgence, par exemple) peuvent devoir être mises en œuvre.

L'utilisateur final a un rôle à jouer dans la procédure de réduction du risque en se conformant aux informations communiquées par le concepteur/fournisseur. Toutefois, les informations pour l'utilisation ne doivent pas se substituer à l'application correcte de mesures de prévention intrinsèque, de protecteurs ou de mesures de prévention complémentaires.

Toutes les mesures de conception de la sécurité exigées de 7.2 à 7.12 doivent être prises en considération conformément aux processus d'appréciation du risque lié au BESS définis à l'Article 6.

NOTE Certaines mesures parmi les mesures définies peuvent être annulées sous réserve que l'appréciation du risque démontre clairement que les objectifs de sécurité pris en charge par les mesures annulées sont atteints effectivement, même sans mettre en œuvre les mesures en question.

7.2 Mesures préventives contre tout dommage au voisinage

Les considérations générales de sécurité relatives à l'EESS décrites au 7.2 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 s'appliquent.

7.3 Mesures préventives contre toute blessure ou lésion physique ou tout dommage préjudiciables à la santé des travailleurs et des résidents

Les considérations générales de sécurité relatives à l'EESS décrites au 7.3 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 s'appliquent.

7.4 Conception de la protection contre les surintensités

Les considérations générales de sécurité relatives à l'EESS décrites au 7.4 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 s'appliquent.

7.5 Déconnexion et arrêt du BESS

Les considérations générales de sécurité relatives à l'EESS décrites au 7.5 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 s'appliquent. Les exigences de sécurité supplémentaires nécessaires à la réduction des risques liés au BESS au cours de la déconnexion et de l'arrêt de celui-ci sont décrites au 7.11.2.

7.6 Fonctionnement et maintenance

Les considérations générales de sécurité relatives à l'EESS décrites au 7.6 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 s'appliquent.

7.7 Formation du personnel

Les considérations générales de sécurité relatives à l'EESS décrites au 7.7 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 s'appliquent.

7.8 Conception de la sécurité

Les considérations générales de sécurité relatives à l'EESS décrites au 7.8 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 s'appliquent. Les exigences de sécurité supplémentaires nécessaires à la réduction des risques liés au BESS lors de la conception de la sécurité sont décrites aux 7.10, 7.11.1, 7.11.3 et 7.12.

7.9 Exigences générales pour la sécurité du BESS

Il convient que toute défaillance ou toute panne d'un sous-système ne se propage pas à l'extérieur du sous-système proprement dit.

Il convient que tout sous-système qui développe une panne susceptible d'affecter le bon fonctionnement du BESS puisse être isolé des autres sous-systèmes. Les fonctions de sécurité des sous-systèmes ne doivent pas être affectées par ce type d'isolation et doivent être actives de façon indépendante.

Il convient que la conception d'un BESS réduise le plus possible le bruit, les vibrations et les températures extrêmes produites par celui-ci.

Il convient que l'architecture des sous-systèmes du BESS n'empêche pas les opérateurs de reconnaître les parties, sections et conditions dangereuses.

Pour le BESS de catégorie « V-H », des mesures doivent par ailleurs être prises pour éviter les opérations dangereuses distantes éventuelles, si aucune preuve de l'absence de tout risque pour les travailleurs sur le site ne peut être obtenue.

Il convient que la conception des machines tienne compte des principes ergonomiques spécifiés dans une norme appropriée (par exemple, l'ISO 9241 (toutes les parties)) de manière à réduire le stress mental ou physique de l'opérateur, ainsi que la contrainte à laquelle il est soumis. Il convient que la conception de base prenne en considération ces principes lors de l'affectation des fonctions à l'opérateur et à la machine (degré d'automatisation).

7.10 Prévention intrinsèque du BESS

7.10.1 Protection contre les dangers électriques

L'installation électrique du BESS de catégorie « V-L » doit être conforme aux parties appropriées de la série IEC 60364.

L'installation électrique du BESS de catégorie « V-H » doit être conforme à l'IEC 61936-1 et à l'IEC 60364 (toutes les parties).

La protection électrique de tout sous-système en courant continu doit être sûre conformément à l'IEC 61660-1 et à l'IEC 61660-2.

Les parties actives des sous-systèmes et les composants du BESS ayant des circuits de tension dangereuse (plus grande que la très basse tension (TBT)) ne doivent pas être accessibles aux personnes non autorisées. Les parties du BESS susceptibles de provoquer un choc électrique doivent être recouvertes. Les parties conductrices du BESS susceptibles d'être en contact avec des personnes ne doivent pas être connectées à des parties soumises à une tension dangereuse. La protection peut être obtenue par l'une des méthodes suivantes:

- empêcher qu'un courant ne traverse le corps de toute personne ou de tout animal domestique;
- limiter le courant qui peut traverser un corps selon une valeur non dangereuse.

Les câbles électriques et l'isolation doivent être assignés pour des valeurs maximales de courant, tension et température.

Toutes les parties conductrices d'un BESS qui peuvent entrer en contact avec une tension dangereuse par un défaut d'isolation unique doivent être reliées à la terre conformément aux normes, instructions du fabricant et réglementations locales appropriées.

L'espacement physique des circuits y compris les connecteurs et les bornes de fixation, etc. doit être suffisant pour empêcher des courts-circuits involontaires et/ou toute possibilité d'éclat d'arc.

Les points de raccordement des conducteurs nus doivent être correctement espacés et avoir une structure adaptée pour empêcher des courts-circuits involontaires entre les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation.

Une appréciation du risque conforme aux procédures définies dans l'IEC 62305-2 doit être effectuée afin d'évaluer si une protection contre la foudre est nécessaire. Cette protection doit être fournie si l'appréciation du risque indique qu'elle est exigée.

Il convient que les systèmes de mesure de la tension associés au BESS utilisent une référence de tension.

Des composants relatifs à la sécurité (par exemple, certains capteurs) dont la fiabilité est connue doivent être utilisés.

Les dispositifs de protection, tels que des protecteurs, doivent être conçus de manière à être efficaces, dans la mesure où leur défaillance peut exposer les personnes à des dangers, et également du fait qu'une réduction de leur efficacité peut inciter à des tentatives de neutralisation de leur action.

Le courant de contact et l'énergie de décharge doivent être limités conformément au 4.4.3.4 de l'IEC 62477-1:2012.

Le BESS doit comporter une fonction de protection contre les surintensités au point de connexion des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation.

La duplication (ou redondance) des composants peut être appliquée de sorte que, en cas de défaillance d'un composant, un autre composant ou d'autres composants continuent à exécuter la ou les fonctions respectives, assurant ainsi la pérennité de la fonction de sécurité.

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément aux 8.2.1.3, 8.2.1.4, 8.2.1.5 et 8.2.1.6.

7.10.2 Protection contre les dangers mécaniques

Les composants susceptibles d'entrer en contact avec des personnes ne doivent pas comporter d'arêtes vives.

Lorsque les arêtes ou les angles peuvent s'avérer dangereux pour le personnel selon l'emplacement ou l'application dans le matériel, ils doivent être arrondis ou lissés.

Les parties mobiles dangereuses du matériel (à savoir les parties mobiles qui peuvent provoquer une blessure ou lésion) doivent être disposées, délimitées ou protégées de manière à réduire le risque de blessure ou lésion aux personnes.

La structure du BESS doit comporter une protection adéquate et doit réduire le risque de chute des sous-systèmes ou composants dans les conditions de fonctionnement ou au cours du transport, du montage, de l'installation et du démontage.

La conception du BESS doit maintenir la sécurité des opérateurs et travailleurs en fonctionnement normal.

L'emplacement et la structure du BESS doivent être tels qu'ils n'engendrent pas de risques pour les travailleurs en cas de dysfonctionnement d'un ou de plusieurs composants.

La défaillance des interconnexions entre les sous-systèmes du BESS ne doit pas entraîner une situation dangereuse.

La conception et l'installation du BESS doivent permettre la mise en place et le retrait de modules de batteries au moyen d'un appareil de levage approprié, sauf si le poids des modules individuels est suffisamment faible pour permettre leur manutention en toute sécurité par deux personnes au plus.

La validation doit être réalisée et la conformité doit être évaluée, conformément aux 8.2.2.1, 8.2.2.2 et 8.2.2.3.

7.10.3 Protection contre l'explosion

Les matières inflammables ne doivent pas être placées dans le trajet de gaz ou de rejet thermique des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation.

Les sous-systèmes de commande et les composants placés dans des atmosphères explosives doivent être équipés d'un système de dégazage adapté conformément aux normes, instructions du fabricant et réglementations locales appropriées.

Une enveloppe ou un compartiment de BESS ne doit pas évacuer de gaz inflammables dans des espaces fermés contenant des éléments produisant des arcs.

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément aux 8.2.3.1, 8.2.3.2 et 8.2.3.3.

7.10.4 Protection contre les dangers provenant des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques

Les fonctions de sécurité des sous-systèmes relatifs à la sécurité du BESS ne doivent pas être perturbées par des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques.

Lorsque des niveaux prévus de bruit électrique, magnétique et électromagnétique peuvent nuire au fonctionnement du BESS, celui-ci doit comporter une protection adéquate qui permet de réduire ces niveaux de bruit dans le cadre des instructions du fabricant du système.

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément au 8.2.4.

7.10.5 Protection contre les dangers d'incendie

La construction de l'enveloppe ou des structures et ensembles de support du BESS ne doit utiliser que des matières non combustibles.

NOTE L'essai de non-combustibilité est décrit dans l'ISO 1182.

L'intégration des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation et leur environnement doivent être conçus afin de prévenir les réactions thermochimiques en chaîne ou la propagation du feu (par exemple, division en section de batteries, section de matériel de charge et section comprenant le conducteur en courant continu, le disjoncteur et le circuit de décharge). Le cas échéant, les risques d'incendie et les risques thermiques périphériques au BESS doivent également être pris en considération.

La conformité doit être examinée par le biais de contrôles de conception de la sécurité conformément au résultat des appréciations du risque au niveau du système (voir l'Article 6). Les calculs de la charge calorifique portant sur le BESS ou les caractéristiques de feu à l'essai recommandées au 8.2.5 avec informations détaillées à l'Annexe C sont applicables pour le processus d'appréciation du risque propre au système.

La partie intérieure du BESS doit être divisée en section de batteries, section de matériel de charge et section comprenant le disjoncteur et le circuit de décharge au moyen de cloisons ignifuges (par exemple, plaques métalliques, panneaux ininflammables, etc.).

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément au 8.2.5.

7.10.6 Protection contre les dangers liés à la température

Les composants dont la température peut être élevée ne doivent pas être accessibles aux opérateurs ou à tout autre personnel. Les parties susceptibles de provoquer des brûlures doivent être recouvertes.

Une cloison thermique telle qu'une plaque métallique ou un espacement physique approprié doit être prévue entre les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation et le sous-système de commande.

7.10.7 Protection contre les effets chimiques

Le choix des matériaux utilisés dans les enveloppes et câbles du BESS doit prendre en considération la dégradation, la corrosion, l'usure (due à une utilisation de longue durée) et la toxicité conformément à l'analyse du risque propre au système effectuée, et aux réglementations locales.

Il doit être tenu compte des modifications à long terme préjudiciables des propriétés électriques et mécaniques de certains matériaux isolants.

Il faut prévenir les effets d'un déversement de l'électrolyte hors de la batterie. Cette exigence ne s'applique pas aux batteries dont les structures sont étanches.

La structure du BESS doit être conçue de manière à empêcher la diffusion d'un fluide dangereux provenant des électrodes ou des électrolytes dans les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation conformément aux réglementations locales.

7.10.8 Protection contre les dangers provenant de dysfonctionnements des systèmes auxiliaires, de commande et de communication

Le matériel doit être conçu de manière à limiter dans toute la mesure du possible le risque d'incendie ou de choc électrique dû à une surcharge ou une défaillance mécanique ou électrique, voire un fonctionnement anormal ou une utilisation inconsiderée. Après un fonctionnement anormal ou un premier défaut, l'opérateur doit pouvoir utiliser le matériel en toute sécurité au sens du présent document. Il n'est toutefois pas exigé que le matériel soit toujours en parfait état de fonctionnement. L'utilisation d'éléments fusibles, coupe-circuits thermiques, dispositifs de protection contre les surintensités ou dispositifs analogues est autorisée tant qu'ils sont capables d'assurer une protection adéquate.

Le BESS doit être conçu de manière à éviter toute condition dangereuse même en cas d'interruption ou de variation de la fourniture de l'énergie (d'un POC primaire et d'un POC auxiliaire).

En cas de défaillance ou de fonctionnement anormal d'un composant critique pour la sécurité, le système doit adopter automatiquement un état de sécurité.

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément au 8.2.8.

L'IEC 62368-1 spécifie des recommandations concernant l'obtention de conditions de premier défaut avec les circuits de commande et autres circuits.

Après un fonctionnement anormal ou un premier défaut, il convient de vérifier la sécurité de l'opérateur en soumettant le système à l'essai avec application de signaux simulés adaptés conformément à l'IEC 62368-1.

7.10.9 Protection contre les dangers provenant des milieux environnants

7.10.9.1 Généralités

Le BESS doit être conçu de manière à éviter toute condition dangereuse même s'il est exposé aux conditions indiquées aux 7.10.9.2 et 7.10.9.3.

7.10.9.2 Exposition à la pénétration d'humidité

La conception du BESS doit empêcher l'effet de la pénétration d'humidité.

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément au 8.2.9.2.

Pour le BESS de catégorie « S-U », un code IP minimal de IPX4 doit être déterminé conformément à l'IEC 60529.

7.10.9.3 Exposition aux environnements marins

Dans le cas d'installations dans des environnements marins, le BESS doit être conçu de manière à ne pas produire d'événements dangereux pendant ou après une exposition aux environnements marins (par exemple, brouillard salin).

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément au 8.2.9.3.

7.11 Protecteurs et mesures de prévention

7.11.1 Généralités

Outre la prévention intrinsèque du BESS décrite au 7.10, des protecteurs et des mesures de prévention doivent être appliqués à un BESS. Les exigences minimales relatives aux protecteurs et aux mesures de prévention sont spécifiées au 7.11.

Le contrôle d'accès est intégré au bon fonctionnement d'un BESS. De même, des verrouillages appropriés et une restriction adaptée de l'accès par le personnel non autorisé doivent être inclus dans la conception du système. Un verrouillage de sécurité doit être prévu lorsque des dangers dans le cadre du présent document sont normalement présents et lorsque l'accès de l'opérateur implique des zones qui présentent normalement des dangers dans le cadre du présent document.

Le système de gestion de batterie de tout sous-système électrochimique d'accumulation doit surveiller tous les paramètres de sécurité pertinents de la batterie comme l'exigent les normes applicables et doit communiquer ces paramètres au sous-système de commande.

Pour les BESS situés en un emplacement où un contact direct avec des personnes non formées est possible, un code IP minimal de IP2X doit être déterminé conformément à l'IEC 60529.

7.11.2 Déconnexion et arrêt du BESS

7.11.2.1 Généralités

Outre les états fonctionnels définis au 7.5 de l'IEC TS 62933-5-1:2017, le présent document définit une condition de non-fonctionnement (les conditions d'isolation pour maintenance). La condition d'isolation pour maintenance est une condition système qui permet un travail en toute sécurité sur les circuits de puissance en courant continu et le sous-système électrochimique d'accumulation.

7.11.2.2 État déconnecté du réseau

Les exigences générales décrites dans l'IEC TS 62933-5-1 doivent s'appliquer. Par ailleurs, des dispositifs d'isolement doivent être utilisés pour permettre un fonctionnement manuel local destiné à neutraliser tout fonctionnement à distance. Ces dispositifs doivent être verrouillables dans l'état déconnecté.

7.11.2.3 État d'arrêt

À l'état d'arrêt, le système a exécuté une séquence d'arrêt qui comprend la déconnexion entre le sous-système électrochimique d'accumulation et le système de conversion de puissance, et la déconnexion entre ce dernier et la borne de connexion primaire. L'état d'arrêt peut être déclenché par une commande régulière ou une commande d'arrêt d'urgence. La puissance auxiliaire permet toujours de faciliter une séquence de mise sous tension automatique ou d'alimenter les systèmes de surveillance. Des contacteurs ou des disjoncteurs motorisés permettent généralement d'obtenir cet état. Lors de leur installation, il convient de réduire le plus possible toute nouvelle mise sous tension automatique potentielle ou toute isolation insuffisante pour la sécurité des travailleurs sur le site.

7.11.2.4 Condition d'isolation pour maintenance

Dans la condition d'isolation pour maintenance, il convient de pouvoir travailler en toute sécurité sur au moins le circuit de puissance en courant continu et le composant de stockage du système. L'isolation complète du BESS (voir la Figure 3) ou l'isolation partielle autour du côté courant continu du système peut être choisie conformément à la zone dont il convient d'effectuer la maintenance. Le BESS doit pouvoir être verrouillé dans la condition d'isolation soit localement, soit au moyen d'un outil de déconnexion de sorte que son raccordement ne soit possible que par du personnel autorisé après la procédure de maintenance. Le BESS doit tout d'abord être mis à l'état d'arrêt tel que défini ci-dessus pour pouvoir être placé dans une condition d'isolation. Il doit ensuite pouvoir être mis à l'état déconnecté du réseau et y être verrouillé, puis doit être isolé en toute sécurité (y compris le maintien d'une alimentation active de ses sous-systèmes relatifs à la sécurité). Il peut être envisagé de prévoir une isolation visible au moyen du dispositif d'isolation verrouillable comme l'exigent certaines juridictions.

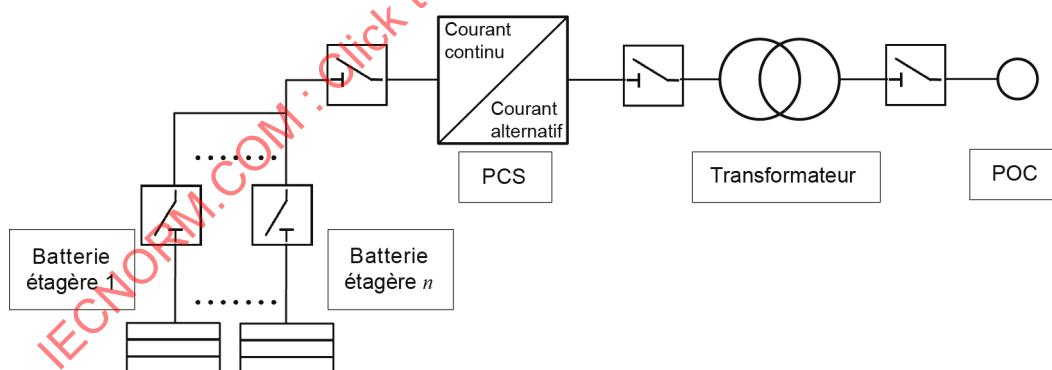


Figure 3 – Exemple de condition d'isolation (isolation complète du BESS)

La procédure d'isolation du système doit:

- permettre de désactiver le système de lutte contre l'incendie lorsque la libération de l'agent de lutte contre l'incendie peut être dangereuse pour les personnes travaillant sur ou à proximité du système;
- permettre aux systèmes de détection d'incendie, ainsi qu'aux sorties CVC ou d'éclairage et aux prises d'alimentation de rester opérationnels à l'état d'isolation, afin d'offrir des conditions de travail sûres et confortables.

Les instructions d'isolation du système doivent:

- être apposées de façon permanente au système en un emplacement unique facilement accessible à la personne qui procède à l'isolation du système;
- fournir des indications claires et prévoir des vérifications tout aussi claires afin de réaliser et de confirmer l'isolation complète du système;
- fournir des indications claires dédiées au rétablissement du système à l'état opérationnel (à l'arrêt).

Les dispositifs d'isolement individuels auxquels les instructions font référence doivent comporter un marquage clair.

7.11.3 Autres protecteurs et fonctions de protection du BESS

7.11.3.1 Protection contre les dangers électriques

Les dispositifs de protection et les circuits électriques doivent être correctement assignés pour protéger lesdits circuits contre les courts-circuits.

Les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation (dans le cadre du stockage d'énergie) doivent comporter une fonction de protection afin d'interrompre ou de limiter les courants de court-circuit.

La protection de défaut à la terre doit être maintenue entre les côtés courant alternatif et courant continu du sous-système de conversion de puissance. La détection d'un défaut à la terre doit être signalée aux opérateurs. Cette protection est obligatoire en cas d'isolation électrique des côtés courant alternatif et courant continu par rapport à un réseau de distribution. La protection du côté courant continu n'est pas nécessaire pour une batterie à très basse tension de sécurité (TBTS).

Le BESS doit protéger les batteries contre toute surcharge et toute tension de choc, y compris dans une condition de premier défaut interne au chargeur. La protection peut être réalisée par la mise hors tension du chargeur ou par la coupure du courant de charge ou de la varistance. Toute surcharge doit être indiquée (aux opérateurs) à la fois par des signaux sonores et par des signaux visuels.

Il convient d'indiquer les caractéristiques assignées complètes d'un fusible remplaçable sur le porte-fusible ou de manière contiguë à celui-ci de sorte qu'elles soient parfaitement visibles même en cas de retrait du fusible. Les autres informations nécessaires telles que la temporisation I^2t ou le pouvoir de coupure doivent accompagner les caractéristiques assignées. La procédure de remplacement du fusible doit être décrite dans les informations concernant le BESS définies par la conception de la sécurité et les fonctions présentées au 7.12.

Les conditions de surintensité dans les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation doivent être signalées aux opérateurs.

Les circuits à limitation de courant doivent être conçus de manière à ne pas dépasser les limites dans les conditions normales de fonctionnement et en cas de défaillance unique interne au matériel. Toute surintensité doit être signalée aux opérateurs.

Il convient de prendre en considération tout ilotage involontaire du BESS conformément au 6.2.8 de l'IEC TS 62933-5-1:2017.

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément aux 8.2.1.1 et 8.2.1.2.

7.11.3.2 Protection contre les dangers mécaniques

Les enveloppes de BESS qui offrent une protection contre l'accès aux parties dangereuses doivent être suffisamment solides pour empêcher tout dommage mécanique dû à un abus potentiel de même nature.

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément aux 8.2.2.1 et 8.2.2.2.

7.11.3.3 Protection contre l'explosion

Dans les conditions d'utilisation des systèmes de catégories « V-L/S-O/C-A, C-B, C-D et C-Z », des systèmes de détection des gaz inflammables produits par les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation doivent être prévus au niveau du site d'emplacement du BESS. Toute détection d'un gaz inflammable doit être indiquée (aux opérateurs) à la fois par des signaux sonores et par des signaux visuels. Le présent document exige que le BESS ne puisse pas être installé sur le site sans système de détection des gaz inflammables. Cette exigence doit par ailleurs figurer dans les manuels d'installation.

Les BESS des catégories « V-L/S-U/C-A, C-B, C-D et C-Z » doivent comporter une signalétique appropriée visant à identifier les zones d'accès limité. La signalétique doit préciser que le BESS peut libérer des gaz inflammables.

Les BESS des catégories « V-H/S-O/C-A, C-B, C-D et C-Z » doivent eux-mêmes être équipés de systèmes de détection des gaz inflammables produits par les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation. Tout incident lié à la détection des gaz inflammables doit être indiqué (aux opérateurs) à la fois par des signaux sonores et par des signaux visuels. La procédure de manutention des systèmes de détection doit être décrite dans la documentation système telle que définie au 7.12.

Dans le cas des BESS des catégories « V-H/S-U/C-A, C-B, C-D et C-Z », le trajet des gaz inflammables rejetés doit être identifié et documenté dans le manuel d'installation. Une signalétique appropriée destinée à identifier une zone d'accès limité doit être prévue au périmètre de toute sortie de gaz inflammables. Les informations concernant le trajet des gaz inflammables rejetés doivent être communiquées par le fournisseur au propriétaire.

Les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation des BESS des catégories « C-A, C-B, C-D et C-Z » peuvent rejeter de l'hydrogène. Pour éviter toute explosion ou tout incendie, le BESS ne doit pas comporter de sources d'inflammation avec lesquelles la densité de l'hydrogène peut être supérieure à 4 % (limite inférieure d'explosivité d'hydrogène) lorsque surviennent des incidents.

Pour les BESS des catégories « V-H/C-A, C-B, C-D et C-Z », des moyens fiables et/ou redondants appropriés destinés à éviter l'accumulation de gaz inflammables à l'intérieur du BESS doivent être mis en œuvre.

Les BESS des catégories « V-L/S-O/C-A, C-B, C-D et C-Z » doivent être implantés sur le site avec des systèmes de ventilation appropriés.

Les BESS des catégories « V-L/S-O/C-A, C-B, C-D et C-Z » doivent être installés avec des systèmes de ventilation appropriés tels que prévus dans les cas suivants:

- les systèmes de ventilation doivent être capables de maintenir une température appropriée à l'intérieur de l'enveloppe,
- des systèmes de ventilation forcée doivent être prévus en cas de ventilation naturelle insuffisante,
- les ouvertures de ventilation doivent être conçues et installées de manière à empêcher la propagation de l'incendie et la pénétration d'eau.

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément aux 8.2.3.1, 8.2.3.2 et 8.2.3.3.

7.11.3.4 Protection contre les dangers d'incendie

Un risque d'incendie peut avoir pour origine des températures excessives dans des conditions normales de fonctionnement, ou une surcharge, la défaillance d'un ou de plusieurs composants, une rupture d'isolement ou des connexions desserrées. Il convient que les incendies dont l'origine est interne au matériel ne se propagent pas au-delà de l'environnement immédiat de la source de l'incendie ni n'endommagent l'environnement ou le matériel proprement dit.

Les BESS de catégorie « S-O » doivent être équipés d'un système de détection d'incendie, d'alarmes incendie déclenchant à la fois des signaux sonores et des signaux visuels, ainsi que d'extincteurs sur leur site d'implantation.

Si les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation des BESS de catégorie « S-O » comportent des portes, celles-ci doivent être ignifuges.

Les BESS de catégorie « S-U » doivent être équipés d'un système de détection d'incendie, d'alarmes incendie sous la forme de signaux sonores et de signaux visuels, ainsi que d'extincteurs sur un site d'implantation sûr et facilement accessible.

Un signal de détection d'incendie émis par le système de détection dédié doit être transmis aux alarmes incendie accompagné des données d'emplacement par le biais d'un réseau de communication et d'un système de lutte contre l'incendie, ou au moyen de relais et de récepteurs protégés le cas échéant.

En cas de détection d'un incendie, le système de lutte contre l'incendie, lorsqu'il existe, doit fonctionner automatiquement et les alarmes incendie doivent être déclenchées également automatiquement.

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément au 8.2.5.

7.11.3.5 Protection contre les dangers liés à la température

Le BESS peut présenter une ou plusieurs températures critiques qu'il convient d'identifier. Selon les températures critiques identifiées (par exemple, températures des surfaces accessibles, températures des composants électroniques de puissance et températures des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation), les dispositions de sécurité doivent être mises en œuvre pour éviter que ces températures puissent être atteintes dans le BESS.

Des composants relatifs à la sécurité (par exemple, certains capteurs) dont la fiabilité est connue doivent être utilisés.

Les opérateurs doivent pouvoir surveiller les températures de l'atmosphère interne d'une enveloppe de système.

Les opérateurs doivent pouvoir surveiller les températures des sous-systèmes du BESS.

Les opérateurs doivent pouvoir surveiller les conditions de fonctionnement des sous-systèmes de ventilation et toute détection de conditions anormales doit leur être signalée.

Lorsque la ou les températures surveillées dépassent la ou les limites indiquées par le fabricant, ce dépassement doit être signalé aux opérateurs.

Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément aux 8.2.6.1, 8.2.6.2 et 8.2.6.3.

7.11.3.6 Protection contre les effets chimiques

Le confinement et/ou la neutralisation des fluides dangereux épandus doivent être prévus. Les méthodes de confinement doivent être suffisantes pour maintenir la quantité maximale de fluides potentiels. Dans le cas d'une installation à l'extérieur, ces méthodes doivent permettre de prévenir tout remplissage involontaire du système par l'eau de pluie. Les instructions concernant l'installation d'un dispositif de confinement et de neutralisation des déversements adapté doivent être fournies par le fabricant du système, accompagnées des instructions d'installation.

Pour les BESS de catégorie « C-D », un dispositif de détection automatique de fuite destiné à indiquer la libération de fluides dangereux doit être prévu.

Pour les BESS des catégories « E-S/S-O », un système de détection des gaz toxiques produits par les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation doit être prévu sur le site d'implantation du BESS. Tout incident lié à la détection des gaz toxiques doit être indiqué (aux opérateurs) à la fois par des signaux sonores et par des signaux visuels. Les manuels d'installation doivent indiquer que le BESS ne peut pas être installé sur le site sans système de détection des gaz toxiques.

Pour les BESS des catégories « E-S/S-U », une signalétique appropriée permettant d'indiquer toute zone d'accès limité doit être prévue sur le site d'implantation du BESS ou sur le BESS lui-même. La signalétique doit préciser que le BESS peut libérer des gaz toxiques.

Pour les BESS de catégorie « E-L/S-O », un système de détection des gaz toxiques produits par les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation doit être prévu dans le BESS. Tout incident lié à la détection des gaz toxiques doit être indiqué (aux opérateurs) par des alarmes et des signaux adaptés (par exemple, sonores et visuels). Les manuels d'installation doivent comporter les informations concernant le mode de manutention du système de détection des gaz toxiques.

Pour les BESS des catégories « E-L/S-U », le trajet des gaz toxiques rejetés doit être identifié et documenté dans le manuel d'installation. Une signalétique appropriée destinée à identifier une zone d'accès limité doit être prévue au périmètre d'une sortie. Les informations concernant le trajet des gaz toxiques rejetés doivent être communiquées par le fournisseur au propriétaire.

Pour les BESS de catégorie « S-O », des mesures de réduction de la concentration des gaz doivent être prévues afin de protéger l'espace de travail contre la densité élevée des gaz toxiques émis par les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation du BESS.

Les BESS des catégories « E-S/S-O » doivent être implantés sur les sites présentant des mesures de prévention contre les dangers susmentionnés. Ces mesures peuvent être, entre autres:

- la suppression de la production de produits chimiques dangereux,
- la dilution des produits chimiques dangereux,
- la collecte des produits chimiques dangereux (par exemple, au moyen d'un épurateur dans le cas des gaz dangereux),
- la limitation de l'accès des personnes.

Les BESS des catégories « E-L/S-O » doivent être installés avec les mesures de prévention décrites ci-dessus. Les essais doivent être réalisés et la conformité doit être évaluée, conformément aux 8.2.7.1, 8.2.7.2 et 8.2.7.3.

7.12 Informations pour les utilisateurs finaux

Il convient de mettre à disposition des utilisateurs finaux les informations de sécurité telles qu'énumérées ci-dessous:

- Les indications et signaux d'avertissement (y compris toute limitation des environnements disponibles, confirmée par la validation et les essais spécifiés au 8.2.9).
- La signalétique et l'étiquetage sur site qui présentent clairement toute partie dangereuse du BESS.
- Les dispositifs d'avertissement (alertes sonores et signaux visuels), ou autres.
- Un diagramme de séquence des conceptions de la sécurité doit être décrit par les méthodes définies dans une norme internationale appropriée (l'IEC 60617 (toutes les parties) constitue un exemple de document de référence).
- Toutes les informations propres au BESS concernant la conception de la sécurité et les fonctions de sécurité décrites doivent être maintenues accessibles et à la disposition de toutes les parties prenantes au BESS applicables.

Pour les compartiments de sous-systèmes électrochimiques d'accumulation, des informations appropriées sur le débit d'air exigé doivent être fournies dans les instructions d'installation lorsque la méthode d'installation du ou des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation accompagne le BESS. Voir l'Annexe F pour les bonnes pratiques applicables aux indications d'avertissement concernant la sécurité du BESS.

Les autres informations nécessaires éventuelles doivent être fournies conformément aux réglementations locales.

7.13 Gestion de la sécurité du cycle de vie

7.13.1 Fonctionnement et maintenance

7.13.1.1 Généralités

Il convient que toute partie chargée de l'exploitation et de la maintenance ait pleinement conscience de sa propre sécurité en cas d'activité à proximité du BESS. Un fonctionnement incorrect et une maintenance inappropriée ou négligée peuvent provoquer des dommages par un incendie, une intoxication au gaz et un choc électrique. Il est nécessaire que toutes les parties prenantes se protègent contre de tels risques.

Il est prévu que la plupart des BESS fonctionnent automatiquement et à distance par le biais de réseaux d'information. Il est prévu que le BESS demeure fonctionnel pendant plusieurs décennies. Pendant cette période, les parties qui les composent seront remplacées dans le cadre d'une maintenance préventive régulière programmée ou par suite d'événements inattendus, comme un plan dédié, une maintenance préventive, une surveillance de l'état du système, un remplacement partiel des sous-systèmes ou des composants, voire une modification de la conception due à une dégradation sous l'effet du vieillissement.

NOTE Le remplacement tient compte de la possibilité d'une utilisation secondaire.

La disponibilité des pièces d'origine pour réparation et remplacement peut être limitée, ou les pièces peuvent être indisponibles et des pièces compatibles peuvent être utilisées. Du point de vue de la sécurité du système, la sécurité des pièces de remplacement dans le système doit être confirmée avant remplacement (car les combinaisons de ces pièces ou sous-systèmes sont importantes pour une surveillance de l'état du système).

Les modifications éventuelles apportées par les travailleurs sur site ne doivent pas être écrasées par les actions distantes éventuelles exécutées au cours du processus de maintenance par des travailleurs hors site afin de maintenir la sécurité des travailleurs sur site. Il doit être tenu compte des modifications à long terme préjudiciables des propriétés électriques et mécaniques de certains matériaux isolants.

7.13.1.2 Plan de fonctionnement et de maintenance

Un plan d'intervention d'urgence pour la sécurité doit être élaboré et doit inclure les exigences du 7.13.1.2.

Un manuel de sécurité doit comporter au moins les descriptions des méthodes d'indication des problèmes liés au BESS, des avertissements aux organismes locaux de lutte contre l'incendie, aux travailleurs et aux résidents environnants, ainsi que de l'utilisation correcte des outils isolés.

Lors d'un réglage à l'aide d'un tournevis ou d'un outil analogue sous tension appliquée, une protection doit être prévue contre tout choc électrique ou tout danger de transfert d'énergie provoqué par un contact involontaire avec les sections sous tension appliquée. Des mesures doivent être prises pour assurer que la conception de la protection prenne en considération la possibilité d'un contact involontaire entre l'outil et les parties inappropriées.

Un manuel de fonctionnement et de maintenance doit être fourni au propriétaire du BESS ou à son mandataire désigné et comporter entre autres:

- a) la méthode de maintien de la sécurité lors de la maintenance (y compris les instructions de sécurité et la spécification des équipements de protection individuelle (EPI) exigés pour les différentes opérations de maintenance),
- b) les méthodes de détection, gestion et maîtrise de l'incendie, de l'explosion et de rétention des gaz toxiques, etc., y compris les possibilités de purge des gaz à l'extérieur dans une situation d'urgence,
- c) les processus d'exploitation interdits. Par exemple,
 - interdiction de toute surcharge
 - interdiction de toute décharge excessive (pour éviter l'inversion de polarité)
 - interdiction de toute charge ou décharge au niveau de la température de fonctionnement dépassant la limite spécifiée par le fabricant
- d) le ou les numéros de contact d'urgence,
- e) les problèmes de sécurité à exposer en public (par exemple, zone d'accès limité autour du BESS),
- f) la méthode d'utilisation des sous-systèmes de sécurité,
- g) la méthode d'utilisation des sous-systèmes de protection,
- h) les procédures de verrouillage et déverrouillage de tous les sous-systèmes de protection,
- i) l'identification et la spécification des parties dangereuses du BESS.

NOTE Ces exigences n'interdisent pas aux manuels et lignes directrices quels qu'ils soient de décrire tous les autres problèmes de sécurité nécessaires.

Les informations concernant les processus de conception et d'installation doivent toujours être accessibles et vérifiées au cours des processus de maintenance qui peuvent inclure les facteurs suivants:

- Les composants du BESS fonctionnant fréquemment sous commande automatique et/ou à distance.
- Une défaillance et/ou des dysfonctionnements peuvent être provoqués par l'entrée de salissures, la prolifération de plantes ou végétaux ou l'encrassement de filtres ou de canalisations, etc.
- Il convient que le plan de fonctionnement et de maintenance comporte des programmes de nettoyage et de remplacement des consommables.

- La nature et le contenu des informations de sécurité relatives à la conception ou à la construction que le fournisseur ou le fabricant doit transmettre aux utilisateurs. Ces paramètres doivent inclure, mais peuvent ne pas se limiter aux facteurs suivants:
 - tous les paramètres de sous-système liés à la sécurité,
 - la combinaison des sous-systèmes et des logiciels qui peuvent influencer sur la sécurité du système pour les dispositifs (de remplacement) équivalents,
 - les cas de dysfonctionnement passés, ainsi que les questions et problèmes de qualité associés au remplacement des dispositifs qui peuvent être jugés comme équivalents,
 - l'exactitude de mesure et la condition d'installation des capteurs,
 - la sensibilité et la condition d'installation des capteurs de gaz.

L'utilisateur doit disposer des informations relatives à la nécessité d'assurer que le matériel ne soit pas susceptible de présenter un danger au sens du présent document, lorsqu'il est utilisé selon les spécifications du fournisseur.

Lorsqu'il s'avère nécessaire de prendre des mesures préventives spéciales pour éviter l'apparition de dangers au cours du fonctionnement, de l'installation, de l'entretien, du transport ou du stockage du matériel, les instructions nécessaires doivent être transmises.

7.13.1.3 Maintenance préventive

Un programme de maintenance périodique doit être développé par le fabricant ou l'intégrateur système. Il convient que le programme de maintenance périodique prenne en considération la fréquence d'utilisation, le temps écoulé et l'environnement ambiant. Il convient que la maintenance inclue le système global, chaque sous-système et les ensembles de sous-systèmes.

Une maintenance préventive régulière comme le nettoyage et le remplacement des consommables avec une surveillance du système constitue une composante de sécurité essentielle du système. Une maintenance réactive est également exigée pour les situations qu'une maintenance programmée ne repère pas, ainsi que les situations qui influent sur l'intégrité du système, comme la pénétration d'eau ou de salissures en raison de conditions climatiques imprévues, voire les situations dans lesquelles des animaux tels que des oiseaux ou des rongeurs altèrent l'intégrité de l'enveloppe du système.

Il convient de prendre en considération le dysfonctionnement et la dégradation de fonctionnement des composants et/ou parties des sous-systèmes dus à une utilisation de longue durée. Ces facteurs peuvent être effectifs sans signe extérieur évident. Il peut ne pas avoir d'indication évidente de dysfonctionnements des disjoncteurs, lampes ou ventilateurs. Par exemple, les fonctions du disjoncteur peuvent être défaillantes en cas de soudage commun des câbles des deux contacts du disjoncteur. Les dysfonctionnements des lampes et des ventilateurs peuvent n'être constatés qu'après leur activation. La mesure et la surveillance du bon état du système comme cela est décrit au 7.13.1.4 doivent être prises en considération afin de renforcer la sécurité du BESS.

Les manuels de sécurité pour le fonctionnement et la maintenance du BESS exigés au 7.13.1.2 doivent être utilisés par les travailleurs sous la surveillance d'opérateurs formés et/ou du personnel de maintenance.

7.13.1.4 Mesure et surveillance de l'état du système

La mesure et la surveillance du bon état du système sont essentielles pour la maintenance préventive et réactive. Il convient que les éléments qui font partie intégrante de l'essai de mesure et de la surveillance du bon état du système soient fondés sur la connaissance acquise sur la base des incidents passés et de l'analyse du risque utilisant une AAP, AMDE, etc. Il convient de prendre en considération la détection des dysfonctionnements et des dégradations de fonctionnement. Dans la plupart des cas, les BESS sont susceptibles d'être utilisés à distance sans l'intervention d'opérateurs formés. Dans ce type de cas, il convient de surveiller à distance le bon état de ces BESS.

Au moins tous les paramètres considérés comme importants pour l'état du système au cours de l'analyse du risque doivent être mesurés et surveillés, et les informations consignées doivent être transmises aux opérateurs (par exemple, tension, courant, température, état de charge (SOC – *state of charge*), etc.).

Il est important, en fonctionnement et après l'arrêt du système, de surveiller les paramètres afin d'appréhender l'état de la batterie du point de vue de la sécurité. Par exemple, un emballement thermique à l'intérieur des batteries est possible même après une déconnexion du réseau. La surveillance à distance du bon état du système doit se poursuivre après déconnexion.

Les fonctions de contrôle et de surveillance doivent être pérennes afin de détecter l'état anormal du BESS sous commande automatique et/ou à distance.

7.13.1.5 Formation du personnel

Pour les BESS de catégorie « E-S », toute exigence du 7.13.1.5 doit s'appliquer à la formation du personnel d'entretien des fournisseurs de BESS.

Pour les BESS de catégorie « E-L », toute exigence du 7.13.1.5 doit s'appliquer à la formation du personnel des fournisseurs et des opérateurs de BESS conformément au résultat du processus d'appréciation du risque (voir l'Article 6).

La formation du personnel doit comprendre les compétences et les informations en matière de sécurité. Lors de la phase d'installation, le fournisseur du BESS et le fabricant des sous-systèmes doivent transmettre les manuels de fonctionnement et de sécurité au propriétaire, à l'installateur et à l'opérateur. Ces manuels doivent inclure une description du fonctionnement autorisé et du fonctionnement interdit.

Il convient d'élaborer les lignes directrices et les manuels de formation sur la base des informations identifiées au 7.12. Il convient que ces informations soient communiquées par le fournisseur et comprennent, entre autres:

- une procédure d'évacuation;
- des recommandations pour l'évacuation;
- l'utilisation d'un extincteur ou, lorsqu'il existe, d'un système de lutte contre l'incendie dès le départ;
- la communication des informations;
- les instructions d'utilisation des outils de protection essentiels (par exemple, instrument de protection, équipements de protection y compris les équipements de protection individuelle et les fiches de données de sécurité (SDS - *safety data sheets*) des produits chimiques essentiels des sous-systèmes du BESS);
- la méthode de conservation et d'enregistrement des connaissances acquises pour la prévention des brûlures et des chocs électriques;

- les mesures de prévention et la logique de commande du BESS proprement dit;
- les méthodes d'application des mesures de sécurité;
- les procédures de verrouillage et déverrouillage de tous les sous-systèmes de protection.

Le fabricant doit fournir des recommandations concernant les exigences relatives au niveau de compétence et d'autorisation pour le personnel qui utilise des dispositifs ou des systèmes de sécurité. Il doit être tenu compte des recommandations pour les exigences concernant la formation des opérateurs ou l'autorisation d'entrer dans des zones d'accès limité.

7.13.2 Remplacement partiel du système

Lors d'un remplacement partiel du système, la vérification de la compatibilité et de la conformité des pièces est essentielle. Il convient de prendre en considération la validation de la compatibilité et la conformité des pièces avec le système. Il convient de prendre en considération toutes les modifications qui peuvent détériorer le niveau de sécurité du BESS. De plus, le cas de la réinstallation du BESS peut également être considéré comme similaire aux caractéristiques susmentionnées.

La sécurité du BESS doit être réévaluée dans les situations suivantes:

- Le déplacement ou la réinstallation du BESS sur un autre site.
- Les modifications affectant le système proprement dit (par exemple, détérioration sous l'effet du vieillissement, processus de réinstallation, décomposition, transport et assemblage) et intervenant lors des modifications au cours de la durée de vie en service du BESS (c'est-à-dire les pièces et les matériaux pour réparation); il doit être confirmé que ces modifications n'entraînent pas de modification de l'état de sécurité du BESS après qu'elles ont été effectuées.
- Les modifications exigées par suite d'une défaillance du système ou des composants, voire d'un autre incident susceptible d'affecter la sécurité et l'intégrité du BESS.
- Les modifications d'application du BESS.
- Les modifications dans l'environnement ambiant qui incluent, entre autres, les facteurs suivants: température, humidité, fondations, conditions climatiques orageuses, dispositions anti-incendie et environnement immédiat.

Une attention particulière doit être accordée aux paramètres suivants:

- une liste des pièces remplaçables par l'utilisateur,
- un rendement et une efficacité modifiés,
- l'installation d'un BESS en un lieu où tout dommage collatéral peut avoir un effet considérable (bâtiment de grande taille, centre commercial, etc.) et où règnent des conditions environnementales rigoureuses (variations importantes de température),
- il convient de réduire le plus possible les risques chimiques qui peuvent entraîner une dégradation ou un endommagement des batteries du fait du transport lors d'une réinstallation et au cours des installations associées,
- il convient de faire référence aux registres de maintenance lors de chaque réinstallation.

7.13.3 Révision de conception

Il est prévu que le BESS fonctionne pendant de nombreuses années. Au cours de sa durée de vie, le système est soumis à des modifications dues à l'obsolescence des composants, aux améliorations de la technologie ou à l'apparition d'une nouvelle technologie, à l'évolution de l'environnement ou du marché, voire à des modifications réglementaires. Lorsque des modifications interviennent, il convient de réviser en conséquence les mesures propres au système visant à assurer la sécurité des personnes. Ainsi, une revue de la conception de la sécurité doit être effectuée non seulement au stade de la conception initiale, mais également à chaque modification de la conception. L'analyse du risque doit constituer un élément central de la conception de la sécurité initiale et de toute nouvelle conception.

Il convient d'effectuer une nouvelle analyse du risque et une nouvelle AMDE pour toute nouvelle conception d'un plan et d'un programme de sécurité. Toutefois, selon l'importance des modifications, il peut être nécessaire d'effectuer uniquement une AMDE sur la partie du système effectivement modifiée et les zones concernées du système dans son ensemble.

La Figure 4 représente les éléments de la conception de la sécurité des BESS pris en considération lorsque les révisions ont été effectuées. Le remplacement des sous-systèmes complets ou de leurs composants dont la conformité a été vérifiée selon des normes techniques appropriées peut présenter des risques pour la sécurité au niveau du système, et entraîner des incompatibilités de capacité et/ou des risques liés à l'utilisation du BESS global, ce qui peut engendrer des dangers également au niveau du système. Lorsqu'ils sont disponibles, il convient d'utiliser en priorité des sous-systèmes ou des composants techniquement identiques.

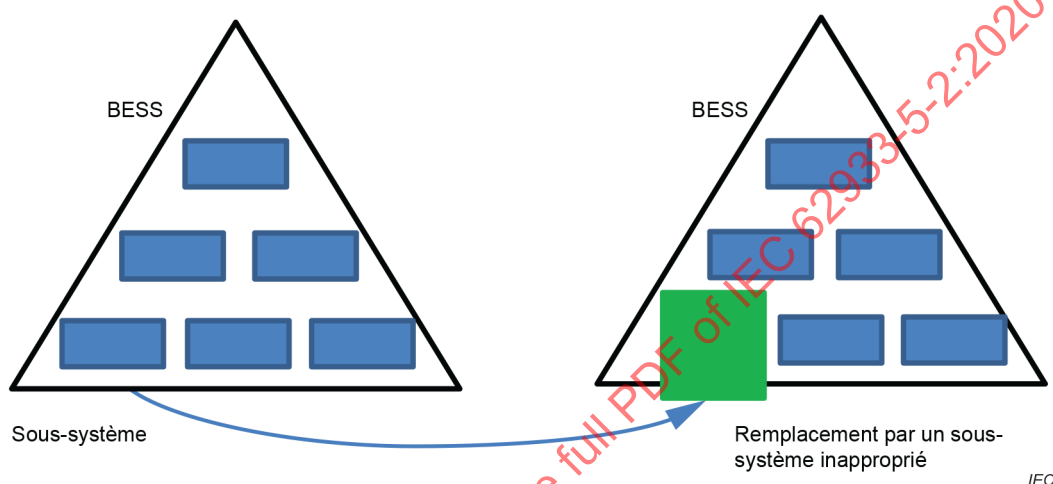


Figure 4 – Incompatibilité de capacité et/ou utilisation d'un BESS

Le Tableau 4 ci-dessous présente des exemples d'incompatibilités qui peuvent survenir par suite de modifications du système.

Tableau 4 – Exemples d'incompatibilités qui peuvent survenir par suite de modifications du système

Modification	Incompatibilité
Amélioration du sous-système électrochimique d'accumulation	Résistance du bâtiment, extincteur, CVC
Amélioration	CVC, tolérance CEM au bruit des autres sous-systèmes, etc.
Modification de l'utilisation du BESS (arbitrage selon la fréquence) et/ou amélioration du contrôleur du système	Batterie, capacité de refroidissement des autres sous-systèmes, etc.

Il convient de déterminer les spécifications des sous-systèmes de ventilation, de climatisation et de lutte contre l'incendie compte tenu de la différence parfaitement identifiée des milieux environnants par rapport aux sites de réinstallation.

La réinstallation du BESS doit être effectuée en utilisant le même processus que celui appliqué lors de la construction ou de l'installation initiale.

7.13.4 Gestion de fin de durée de vie en service

Il convient de concevoir le BESS de manière à pouvoir le démonter en sous-systèmes ou en composants séparés en toute sécurité à la fin de sa durée de vie. Il convient de manutentionner les sous-systèmes ou les composants démontés selon les normes, les instructions du fabricant et les réglementations locales appropriées.

7.13.5 Mesures de validation de la gestion de la sécurité du cycle de vie

La conformité de 7.13.1 à 7.13.4 doit être confirmée par des validations appropriées. L'Annexe E donne des informations relatives aux bonnes pratiques pour ces validations.

8 Validation et essai du système

8.1 Généralités

Le BESS est soumis à l'essai afin de vérifier la sécurité et l'efficacité de sa prévention intrinsèque comme indiqué au 7.10 et les protecteurs et mesures de prévention tels qu'ils sont indiqués au 7.11. La taille (c'est-à-dire la tension et la quantité d'énergie contenue dans le système), l'emplacement d'installation (par exemple, à distance en extérieur, en intérieur), la technologie (par exemple, plomb) et l'exposition (par exemple, utilisation résidentielle) influent sur le programme d'essai. Par exemple, un programme d'essai pour BESS aux ions de lithium, d'une tension de 240 V et d'une puissance de 1 kWh pour une utilisation résidentielle en intérieur est traité différemment de celui applicable à un système de réseau public complexe de grande taille composé de plusieurs parties qui ne constituent pas un BESS complet tant qu'ils ne sont pas installés sur le terrain.

Les BESS pour utilisation résidentielle sont généralement contenus dans une enveloppe unique produite en grande série et évalués comme des appareils soumis à un programme d'essai de type comprenant un essai d'acceptation en usine après production et avant départ usine, voire également un essai mineur d'acceptation sur site au moment de l'installation. Les principaux composants ou sous-systèmes du système de réseau public complexe à conception unique sont soumis à un essai de type en tant que partie intégrante de ces critères normalisés applicables aux sous-systèmes. Les composants sont soumis à un essai d'acceptation en usine. Pour une évaluation du BESS complet, il y a normalement lieu que l'essai d'acceptation sur site (SAT) soit plus exhaustif, dans la mesure où le BESS n'est pas un système complet tant qu'il n'est pas assemblé et mis en service sur le terrain.

Il convient qu'un programme d'essai de type de système inclue tous les aspects pertinents de sécurité. Si l'évaluation des composants du système a déjà été effectuée selon des normes d'essai de type par un laboratoire d'essai agréé, un contre-essai de ces composants comme partie intégrante d'un essai de type n'est pas exigé.

Outre les essais de type, chaque système de stockage individuel (ou ses principaux composants ou sous-systèmes) doit être soumis à un essai d'acceptation en usine (FAT), et le système complet doit alors être évalué par des essais d'acceptation sur site (SAT) après son installation et avant son fonctionnement normal.

L'essai d'acceptation en usine (FAT) doit couvrir au moins les points suivants:

- présence des fusibles et disjoncteurs avec leurs caractéristiques assignées correctes;
- présence et fonctionnement correct des dispositifs différentiels résiduels, contrôleurs d'isolement et détecteurs de défaut à la terre;
- présence et fonctionnement correct des sectionneurs automatiques et manuels;
- l'essai FAT du système peut être réalisé avec un pack batteries partiellement installé ou un pack factice, dans le cas où les composants du pack batteries ont été soumis à un FAT distinct;

- le système peut être installé uniquement sur site si l'une des conditions suivantes est satisfaite:
 - le système satisfait à tous les essais au cours du FAT; ou
 - le système satisfait à la plupart des essais du FAT, et les points restants peuvent être corrigés lors de l'installation sur site et soumis à un contre-essai au cours du SAT sans affecter la sécurité.

Après son installation, le système est soumis à l'essai d'acceptation sur site (SAT), qui doit couvrir au moins les points suivants:

- a) inspection et mesurage de la résistance de la mise à la terre;
- b) fonctionnement correct des dispositifs différentiels résiduels, contrôleurs d'isolement, détecteurs de défaut à la terre et sectionneurs automatiques et manuels;
- c) installation correcte;
- d) essai sur site des connexions électriques, mécaniques et hydrauliques, quelles qu'elles soient;
- e) mise en service complète selon le manuel, l'analyse du risque et les réglementations locales.

Pendant le SAT, des inspecteurs, des responsables des sapeurs-pompiers et des représentants des autorités gouvernementales au niveau local peuvent contribuer à la formation des opérateurs et à l'homologation finale du système.

Les exigences générales décrites à l'Article 8 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 doivent s'appliquer.

La configuration de toutes les interactions entre les sous-systèmes essentiels du BESS doit être soumise à l'essai.

Une partie des validations et des essais spécifiés du système peut être annulée sous réserve que l'appréciation du risque démontre clairement que les objectifs de sécurité pris en charge par la mesure annulée sont atteints effectivement, même sans mettre en œuvre la mesure en question.

Le Tableau 5 donne une vue d'ensemble de la validation et de l'essai du BESS.

Tableau 5 – Vue d'ensemble de la validation et de l'essai du BESS

Essai	N° de paragraphe	Document référencé	Essais exigés		
			Essai de type	Essai FAT	Essai SAT
Dangers électriques	8.2.1				
Protection contre les courts-circuits	8.2.1.1	-	X	-	-
Protection contre la surcharge, la charge à haute intensité et le défaut à la terre	8.2.1.2	-	X	-	X
Protection contre la tension de tenue aux chocs	8.2.1.3	IEC 60664-1	X	-	-
Tension diélectrique	8.2.1.4	IEC 60664-1	X	X*	X*
Résistance d'isolement	8.2.1.5	IEC 60364-6	X	X	X
Vérification du système de mise à la terre et de liaison	8.2.1.6	IEC 62368-1 IEC 61936-1	X*	-	X*
Anti-flotage	8.2.1.7	-	X*	X*	X*
Dangers mécaniques	8.2.2				
Choc sur l'enveloppe	8.2.2.1	IEC 62477-1	X	-	-
Force statique	8.2.2.2	IEC 62477-1	X	-	-
Impact d'un séisme et vibrations	8.2.2.3	-	-	-	X
Explosion	8.2.3				
Spécification de gaz inflammables	8.2.3.1	-	X	-	-
Détection de gaz / détection de dégazage	8.2.3.2	IEC 60079-29 (toutes les parties)	X	X*	X*
Ventilation	8.2.3.3	IEC 60079-7 IEC 60079-13	-	X*	X*
Dangers provenant des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques	8.2.4	IEC 61000-1-2 IEC 61000-6-7 IEC 60364-4-44	X	-	-
Dangers d'incendie (propagations)	8.2.5	IEC 62619	X	X*	X*
Dangers liés à la température	8.2.6				
Vérification du fonctionnement de commande thermique	8.2.6.1	-	X*	-	X
Fonctionnement anormal des sous-systèmes de ventilation	8.2.6.2	-	X	-	X
Essai de température en fonctionnement normal	8.2.6.3	-	X	-	X
Effets chimiques	8.2.7				
Spécification des fluides toxiques	8.2.7.1	-	X	-	-
Détections de fluides	8.2.7.2	-	X	X*	X*
Mesures de prévention contre les fluides dangereux	8.2.7.3	-	X	X*	X*
Dangers provenant de dysfonctionnements des systèmes auxiliaires, de commande et de communication	8.2.8	IEC TS 62933-5-1	X	-	X*
Dangers provenant de l'environnement	8.2.9				
Résistance à la pénétration d'humidité	8.2.9.2	IEC 60529	X	-	-
Exposition aux environnements marins (brouillard salin)	8.2.9.3	IEC 60086-5-52	X	-	-
Indice de protection de l'enveloppe et des protecteurs du BESS	8.2.10	IEC 60529	X	-	-
NOTE 1 Des paragraphes individuels spécifient les conditions applicables détaillées des éléments d'essai « X* ».					
NOTE 2 Les éléments et procédures d'essai détaillés du SAT peuvent être déterminés en prenant en considération la conception du système BESS individuel.					

8.2 Validation et essai du BESS

8.2.1 Dangers électriques

8.2.1.1 Protection contre les courts-circuits de décharge de courant élevé

Les côtés courant alternatif et courant continu des circuits de courant continu du BESS doivent être protégés contre les courts-circuits (ou résistants aux courts-circuits). Chaque sous-système d'accumulation électrochimique doit être protégé des courts-circuits. Chaque sous-système de conversion de puissance doit être protégé des courts-circuits. L'application des signaux simulés adaptés doit déclencher la protection contre les courts-circuits afin d'empêcher tout dommage du BESS qui peut entraîner une condition dangereuse. La protection contre les courts-circuits doit fonctionner comme le prévoit la conception.

8.2.1.2 Protection contre la surcharge, la charge à haute intensité et le défaut à la terre

Lors de son installation, le BESS doit être soumis à l'essai avec des signaux simulés adaptés afin de déterminer si le circuit de charge est déconnecté comme le prévoit la conception en cas de détection d'un état de surcharge, de charge à haute intensité dans les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation ou de défaut à la terre dans l'ensemble du BESS.

Que ce soit sous la forme d'une vérification FAT par essai de type des commandes de protection (pour les BESS de catégorie « V-L ») ou d'une vérification SAT lors de l'installation (pour les BESS de catégorie « V-H »), les fonctions de sous-systèmes offrant une protection en charge doivent être éprouvées au cours d'une charge normale avec les signaux simulés adaptés pour les défauts énumérés ci-dessous:

- application de chaque défaut, un à la fois,
- la tension des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation indiquant une surcharge,
- le courant des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation indiquant une surintensité, et
- à chaque indication d'un défaut à la terre.

Après application des défauts, la protection contre la surcharge, la charge à taux élevé et le défaut à la terre doit empêcher tout dommage du BESS entraînant une condition dangereuse. Les mécanismes de protection doivent fonctionner comme le prévoit la conception.

8.2.1.3 Protection contre la tension de tenue aux chocs

Il s'agit d'un essai de type qui peut endommager le BESS en essai. L'essai de tension de tenue aux chocs consiste à vérifier l'aptitude de l'isolation solide à supporter la tension assignée de tenue aux chocs. Il convient que les formes de tension utilisées pour cet essai simulent la surtension atmosphérique et couvrent la surtension due à la coupure du matériel à basse tension.

Un essai de tension de choc conforme au 6.1.3.3 de l'IEC 60664-1:2007, doit être réalisé sur le BESS.

Au moins la catégorie de surtension III (pour les BESS de catégorie « V-L » proprement dits) ou la catégorie de surtension IV (pour les sous-systèmes relatifs à la sécurité des BESS de catégorie « V-H ») du Tableau F.1 de l'IEC 60664-1:2007 doit s'appliquer pour déterminer les critères des tensions assignées de tenue aux chocs. Au moins le degré de pollution 2 ou 3 du Tableau F.2 de l'IEC 60664-1:2007 doit s'appliquer pour déterminer les critères de distances d'isolement dans l'air. Par suite des applications de tension de choc, aucune perforation ni aucun claquage partiel de l'isolation solide ne doivent se produire pendant l'essai, des décharges partielles étant toutefois admises. Un claquage partiel est indiqué par un échelon dans la forme d'onde résultante, cet échelon apparaissant prématurément dans les tensions de choc successives. Un claquage sur la première impulsion peut indiquer soit une défaillance complète du système d'isolation, soit le fonctionnement de dispositifs limiteurs de surtension présents dans le matériel.

Un essai de choc peut être annulé si le BESS utilise une protection contre les surtensions qui a déjà fait l'objet d'une évaluation pour les surtensions anticipées.

8.2.1.4 Essai diélectrique

Il convient que l'essai diélectrique en courant alternatif vérifie l'aptitude de l'isolation solide à supporter:

- la surtension temporaire de courte durée;
- la tension maximale de régime établi;
- la tension de crête répétitive.

Si la valeur de crête de la tension d'essai diélectrique en courant alternatif est supérieure ou égale à la tension assignée de tenue aux chocs, l'essai de tension de choc décrit au 8.2.1.3 est couvert par l'essai diélectrique en courant alternatif.

Un essai diélectrique en courant alternatif conforme au 6.1.3.4 de l'IEC 60664-1:2007, doit être réalisé. Au moins la catégorie de surtension III (pour les BESS de catégorie « V-L » proprement dits) ou la catégorie de surtension IV (pour les sous-systèmes relatifs à la sécurité des BESS de catégorie « V-H ») du Tableau F.1 de l'IEC 60664-1:2007 doit s'appliquer pour déterminer les critères des tensions assignées de tenue aux chocs. Au moins le degré de pollution 2 ou 3 du Tableau F.2 de l'IEC 60664-1:2007 doit s'appliquer pour déterminer les critères de distances d'isolement dans l'air.

En variante à l'essai diélectrique en courant alternatif, un essai diélectrique en courant continu conformément au 6.1.3.6 de l'IEC 60664-1:2007 peut être réalisé.

Après l'essai, aucune trace de claquage diélectrique des circuits soumis à l'essai ne doit être observée.

Un essai diélectrique de type FAT doit également être réalisé sur la totalité du BESS ou au moins sur les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation avec une tension de fonctionnement supérieure à la TBT.

NOTE Cet essai peut provoquer la formation d'un arc à l'intérieur des éléments de batteries ou des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation avec inflammation et explosion associées des gaz et des électrolytes. Un processus d'essai en toute sécurité est donc suivi.

8.2.1.5 Résistance d'isolement

Il convient de réaliser un essai de résistance d'isolement conformément à l'IEC 60364-6:2016, 6.4.3.3 et 6.4.3.4.

La résistance d'isolement utilisée sur les circuits de tension dangereuse d'un BESS doit satisfaire aux valeurs du Tableau 6.1 de l'IEC 60364-6:2016.

8.2.1.6 Contrôle de l'installation de mise à la terre

L'installation de mise à la terre d'un BESS doit être confirmée conformément aux méthodes indiquées ci-dessous. Les mesurages doivent être effectués entre deux emplacements de l'installation de mise à la terre.

Pour les BESS de catégorie « V-L », l'installation de mise à la terre doit être validée par mesurage de la résistance de la prise de terre selon 6.4.3.7.2 de l'IEC 60364-6:2016 ou par mesurage de l'impédance de la boucle de défaut à la terre selon 6.4.3.7.3 de l'IEC 60364-6:2016.

Pour les BESS de catégorie « V-H », l'installation de mise à la terre doit être validée conformément à l'Article 10 de l'IEC 61936-1:2010 et l'IEC 61936-1:2010/AMD1:2014.

8.2.1.7 Anti-îlotage

Toute fonction d'anti-îlotage du BESS doit être validée ou soumise à un essai approprié afin de confirmer les exigences de 7.11.3.1.

8.2.2 Dangers mécaniques

8.2.2.1 Résistance au choc de l'enveloppe

Les enveloppes des BESS de catégorie « E-S » doivent être soumises à un essai de choc conformément au 5.2.2.4.3 de l'IEC 62477-1:2012. Cet essai de choc ne doit engendrer aucun dommage entraînant un accès aux parties dangereuses conformément à 8.2.10. Après cet essai, le BESS ne doit présenter aucun danger de choc électrique tel que déterminé conformément à l'essai diélectrique décrit au 8.2.1.4.

Pour les BESS de catégorie « E-L », l'enveloppe des sous-systèmes du BESS doit être soumise aux essais de choc susmentionnés.

8.2.2.2 Résistance de l'enveloppe à la force statique

Les enveloppes des BESS de catégorie « E-S » doivent être soumises à l'essai de 5.2.2.4.2.3 de l'IEC 62477-1:2012. Cet essai de force ne doit engendrer aucun dommage entraînant un accès aux parties dangereuses conformément à 8.2.10. Après cet essai, le BESS ne doit présenter aucun danger de choc électrique tel que déterminé conformément à l'essai diélectrique décrit au 8.2.1.4.

Pour les BESS de catégorie « E-L », les enveloppes des sous-systèmes du BESS doivent être soumises aux essais de choc susmentionnés.

8.2.2.3 Choc et vibrations pendant le transport et les événements sismiques (par exemple, tremblements de terre)

Le niveau de conception de la sécurité contre le choc et les vibrations pendant le transport et les événements sismiques (par exemple, tremblements de terre) dépend généralement des réglementations locales et de l'environnement d'installation. Il convient toutefois de confirmer le niveau de sécurité proprement dit sur site conformément au résultat de l'appréciation du risque d'un système (voir l'Article 6). Au moins les états définis dans la liste ci-dessous doivent être vérifiés par un SAT conformément aux normes, instructions du fabricant et réglementations locales:

- il convient de fixer à la structure, aux fondations ou au terrain chaque sous-système et le système dans son ensemble;
- il convient que les circuits de puissance et les points de connexion entre les sous-systèmes restent fonctionnels après des événements sismiques;
- il convient que les circuits de commande, surveillance et mise à la terre restent fonctionnels après des événements sismiques.

8.2.3 Explosion

8.2.3.1 Spécification de gaz inflammables

Le gaz inflammable qu'il est nécessaire de détecter doit être spécifié au cours du processus de conception approprié du système.

NOTE Cette exigence dépend de la composition chimique des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation. Comme cela est indiqué à l'Annexe B, certains BESS peuvent évacuer du gaz inflammable dans les conditions normales de fonctionnement et d'autres BESS peuvent évacuer du gaz explosif ou inflammable dans des conditions abusives qui entraînent une surchauffe du BESS voire un incendie ou une explosion.

8.2.3.2 Détection de gaz / détection de dégazage

Le dégazage du BESS éventuellement dû aux essais de type doit être qualifié par des moyens techniques appropriés en matière de caractéristiques d'inflammabilité et de risques associés d'atmosphère explosive.

NOTE De plus, pour les BESS qui peuvent subir éventuellement un emballement thermique selon l'Annexe B, il peut être nécessaire de réaliser un essai au feu à grande échelle qui comporte la surveillance des émissions de gaz inflammable. Les données concernant le type et la quantité d'émissions de gaz inflammable observées pendant l'essai peuvent faciliter la détermination d'une évacuation par déflagration adaptée afin d'éviter les dangers d'explosion en cas d'incendie provenant du BESS. Voir l'Annexe C pour les informations détaillées concernant l'essai au feu à grande échelle.

Lors de l'installation, les fonctions des systèmes de détection, alarmes sonores et signaux visuels d'indication d'un incident de gaz inflammable doivent être soumises à l'essai conformément aux normes, instructions du fabricant et réglementations locales appropriées afin de confirmer l'activation automatique de leurs fonctions lorsque les concentrations de gaz inflammable dépassent la limite indiquée par le fabricant. Leurs fonctions doivent être activées comme le prévoit la conception. Les composants individuels des systèmes de détection, alarmes sonores et signaux visuels doivent être soumis à un essai de type. Le FAT ou SAT des BESS combinés aux systèmes de détection, alarmes sonores et signaux visuels doit également être réalisé avec des signaux simulés adaptés pour les événements à détecter.

Se reporter à l'IEC 60079-29 (toutes les parties) pour les recommandations concernant les détecteurs de gaz inflammables.

8.2.3.3 Ventilation

Les systèmes de ventilation prévus sur le site d'installation du BESS ou fournis avec le BESS proprement dit doivent être soumis à l'essai. L'essai de type des composants individuels doit être réalisé. Le SAT du BESS avec les systèmes de ventilation doit également être réalisé. Par suite des essais réalisés, les systèmes de ventilation doivent fonctionner automatiquement comme le prévoit la conception.

Pour les BESS des catégories « V-H/S-O/C-A, C-B, C-D et C-Z », et lorsqu'un système de ventilation forcée est prévu, le SAT dudit système doit également être réalisé avec des signaux simulés adaptés émis lors de la détection d'une concentration combustible de gaz inflammables. De fait, les systèmes de ventilation doivent fonctionner automatiquement comme le prévoit la conception.

Se reporter au 6.6.4 de l'IEC 60079-7:2015, pour une méthode d'évaluation des ventilations des compartiments de batteries, ou à l'IEC 60079-13.

8.2.4 Dangers provenant des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques

Les fonctions de sécurité des sous-systèmes relatifs à la sécurité des BESS doivent être conformes à l'IEC 61000-6-7, ou la sécurité fonctionnelle doit être prise en considération compte tenu des phénomènes électromagnétiques conformément à l'IEC 61000-1-2 le cas échéant.

Les mesures de prévention contre les dysfonctionnements par perturbations des sous-systèmes du BESS doivent être validées par la méthode de l'IEC 60364-4-44.

Un essai de type avec un BESS représentatif doit confirmer la conformité aux exigences ci-dessus pour les BESS de la catégorie « V-L ».

Des essais de type avec des sous-systèmes individuels de BESS liés à la sécurité, ainsi que la validation des sous-systèmes de contrôle des BESS, doivent confirmer la conformité aux exigences ci-dessus pour les BESS de la catégorie « V-H ».

8.2.5 Dangers d'incendie (propagation)

Les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation de catégorie « C-A » doivent être soumis à l'essai et validés conformément aux exigences du 7.3.3 de l'IEC 62619:2017.

Il convient de déterminer les caractéristiques au feu d'un BESS, qui peut présenter un emballement thermique selon l'Annexe B, par un essai au feu à grande échelle qui évalue la propagation du feu et la génération de chaleur pour l'installation anticipée d'un BESS avec et sans système de lutte contre l'incendie. Les données d'essai produites par l'essai au feu à grande échelle peuvent valider l'installation d'un BESS avec le système de lutte contre l'incendie prévu. Voir l'Annexe C pour les informations détaillées concernant l'essai au feu à grande échelle.

Les mesures ci-dessous doivent être vérifiées lors de l'installation:

- pour les BESS de catégorie « S-O », que les alarmes incendie et les sous-systèmes de lutte contre l'incendie sont installés et mis en service à l'emplacement des BESS;
- pour les BESS de catégorie « S-U », que les alarmes incendie et les sous-systèmes de lutte contre l'incendie sont installés dans l'environnement immédiat;
- dans le cas des deux catégories de BESS, toute détection d'un danger d'incendie par une alarme incendie entraîne alors le fonctionnement automatique des sous-systèmes de lutte contre l'incendie.

Dans le cas où le résultat de l'appréciation du risque au niveau du système indique l'inutilité d'un système de lutte contre l'incendie, il n'est pas nécessaire d'installer un tel système. L'efficacité de la fonction de communication doit être confirmée par l'activation de signaux simulés adaptés. Les signaux doivent être transmis aux réseaux de communication, aux relais, aux récepteurs et au sous-système de lutte contre l'incendie dans des conditions de sécurité comme le prévoit la conception.

Lors de l'installation, les fonctions des systèmes de détection d'incendie, alarmes sonores et signaux visuels d'indication d'un incendie, ainsi que des extincteurs doivent être soumises à l'essai conformément aux normes, instructions du fabricant et réglementations locales appropriées afin de confirmer l'activation automatique de leurs fonctions en cas d'incendie. Leurs fonctions doivent être activées comme le prévoit la conception. Les composants individuels des systèmes de détection, alarmes sonores et signaux visuels doivent être soumis à un essai de type. L'ensemble de l'installation d'un BESS avec combinaison des systèmes de détection, alarmes sonores et signaux visuels, ainsi que des extincteurs, doit être soumis au FAT ou au SAT.

8.2.6 Dangers liés à la température

8.2.6.1 Vérification du fonctionnement de commande thermique

Les BESS doivent être soumis à la validation ou aux essais suivants:

- Les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation avec mesurage de la température des batteries doivent être vérifiés en les soumettant à un signal simulé adapté qui indique une température excessive afin de vérifier la réaction du système.

- Lorsque la température du BESS est supérieure aux valeurs spécifiées, les commandes thermiques doivent interrompre ou à défaut contrôler la charge et la décharge afin de maintenir les conditions de fonctionnement spécifiées.
- Lorsque la vérification du BESS n'a pas déjà été effectuée comme partie intégrante de l'essai de type lors de l'installation, elle doit alors l'être afin de déterminer si la charge et la décharge sont interrompues lorsque la température des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation dépasse la limite de température indiquée par le fabricant.
- Dans le cas où un limiteur de courant est équipé à l'extérieur des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation, la fonction du limiteur de courant doit être vérifiée par validation du système, ou par un essai avec les signaux simulés adaptés de surcharge ou d'échauffement.

Lors de l'installation, les fonctions des systèmes de détection de surchauffe, alarmes sonores et signaux visuels d'indication d'une surchauffe doivent être validées ou soumises à l'essai conformément aux normes, instructions du fabricant et réglementations locales appropriées afin de confirmer l'activation automatique de leurs fonctions lorsque les limites de température surveillée dépassent celles indiquées par le fabricant. Les composants individuels des systèmes de détection, alarmes sonores et signaux visuels doivent être soumis à un essai de type.

Pour les BESS de catégorie « V-H », l'ensemble de l'installation d'un BESS avec combinaison des systèmes de détection, alarmes sonores et signaux visuels, doit être soumis au FAT.

Toutes les fonctions susmentionnées doivent être activées comme le prévoit la conception.

L'Annexe G fournit des informations complémentaires concernant le fonctionnement des commandes thermiques.

8.2.6.2 Fonctionnement anormal des sous-systèmes de ventilation

L'essai est réalisé sur un BESS dont l'enveloppe comporte des systèmes ou des orifices de ventilation. Le système de ventilation du BESS doit être bloqué ou déconnecté. Le BESS doit alors être soumis aux sources de chaleur internes éventuelles (c'est-à-dire un cycle de décharge/charge des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation) afin de déterminer si les commandes détectent le système de ventilation défaillant et de vérifier qu'elles interrompent la charge et la décharge avant toute surchauffe du BESS. L'essai peut être réalisé avec le système de ventilation en fonctionnement et un blocage des orifices ou des conduits de ventilation.

L'essai doit être répété avec le système de ventilation en fonctionnement, avec toutefois un blocage des orifices ou des conduits de ventilation.

Le BESS doit être vérifié lors de son installation afin de déterminer si la détection de conditions anormales de fonctionnement des sous-systèmes de ventilation est indiquée aux opérateurs.

Le BESS doit être vérifié lors de son installation afin de déterminer si la fonction d'indication à l'opérateur est activée automatiquement lorsque la température des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation dépasse la limite de température indiquée par le fabricant.

Les fonctions des dispositifs d'avertissement doivent être vérifiées par un essai du système avec des signaux simulés adaptés.

Toutes les fonctions susmentionnées doivent être activées comme le prévoit la conception.

8.2.6.3 Essais de température en fonctionnement normal

En cas de fonctionnement avec des charges et des paramètres maximaux correspondants, les températures des composants sensibles à la température du BESS doivent relever des caractéristiques assignées spécifiées. Les paramètres de fonctionnement applicables aux sous-systèmes électrochimiques d'accumulation doivent se situer dans les limites spécifiées pour la tension, le courant et les températures.

Le BESS doit fonctionner dans les conditions normales de charge maximale pour le cycle de charge et de décharge. Lors de ce fonctionnement, les températures des composants critiques pour la température y compris les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation, de même que la tension et le courant de ces sous-systèmes doivent être surveillés afin de déterminer s'ils fonctionnent ou non dans leur plage de température, courant et tension spécifiée.

Toutes les fonctions susmentionnées doivent être activées comme le prévoit la conception.

8.2.7 Effets chimiques

8.2.7.1 Spécification des fluides dangereux

Les fluides dangereux qu'il est nécessaire de détecter doivent tout d'abord être identifiés et spécifiés au cours du processus de conception approprié du système.

NOTE Le résultat de cette exigence dépend de la composition chimique du sous-système électrochimique d'accumulation. Voir l'Annexe B.

8.2.7.2 Détections de fluides

Lors de l'installation, les fonctions des systèmes de détection d'incendie, alarmes sonores et signaux visuels d'indication d'un incident lié aux fluides dangereux doivent être soumises à l'essai conformément aux normes, instructions du fabricant et réglementations locales appropriées afin de confirmer l'activation automatique de leurs fonctions en cas de concentration ou de fuite de fluides dangereux. Leurs fonctions doivent être activées comme le prévoit la conception. Le SAT des composants individuels des systèmes de détection, alarmes sonores et signaux visuels doit être réalisé avec des signaux simulés adaptés pour les événements à détecter.

Ces essais peuvent être réalisés sous la forme d'essai de type si des capteurs chimiques dangereux et des systèmes d'alarme sont fournis comme partie intégrante du BESS plutôt que sous la forme d'un système de protection mis en place comme partie intégrante du site d'installation.

8.2.7.3 Mesures de prévention contre les fluides dangereux

Les fonctions des mesures de prévention contre les fluides dangereux exigées au 7.11.3.1 doivent être validées ou soumises à l'essai conformément aux normes, instructions du fabricant et réglementations locales appropriées. Leurs fonctions doivent être activées comme le prévoit la conception.

8.2.8 Dangers provenant de dysfonctionnements des systèmes auxiliaires, de commande et de communication

Les essais visant à déterminer si des dangers proviennent du dysfonctionnement d'un système auxiliaire, système de commande, système de communication interne et système de communication externe du BESS doivent être réalisés conformément à l'IEC TS 62933-5-1. L'analyse du système doit fournir des recommandations concernant les défauts possibles de ces sous-systèmes du BESS.

Le fonctionnement correct des dispositifs de verrouillage de sécurité doit être validé conformément aux processus spécifiés au 8.2.8.

Les paramètres du BESS doivent être disponibles par le biais d'un réseau de communication même en cas d'arrêt correct du système.

Toutes les fonctions susmentionnées doivent être activées comme le prévoit la conception.

8.2.9 Dangers provenant de l'environnement

8.2.9.1 Généralités

Les essais indiqués ci-dessous s'appliquent aux BESS présentant des caractéristiques assignées environnementales ou destinés à être installés lorsque les conditions environnementales peuvent altérer leur sécurité.

8.2.9.2 Exposition à la pénétration d'humidité

Les BESS doivent être confirmés par un contrôle de la conception du système conformément au résultat de l'appréciation du risque au niveau du système (voir l'Article 6) ou par une vérification par essai complète de son indice de protection (IP) (environnementale) déclaré conformément à l'IEC 60529.

Lorsque les BESS doivent être soumis à un essai de pénétration d'humidité, ils ne doivent pas présenter de signes d'incendie ou d'explosion, et l'enveloppe ne doit subir aucun dommage entraînant un accès aux parties dangereuses conformément à 8.2.10. Les sous-systèmes de protection doivent rester fonctionnels. Les BESS ne doivent présenter aucun danger de choc électrique tel que déterminé par conformité à l'essai de tenue en tension diélectrique de 8.2.1.4.

Les BESS destinés à être installés dans des emplacements qui peuvent subir une inondation doivent être soumis à un essai d'immersion dans de l'eau salée correspondant à 5 % en poids de NaCl dans l'eau (H₂O). Les BESS doivent être entièrement immergés ou les parties des BESS affectées par une immersion dans l'eau doivent être immergées pendant 2 h ou jusqu'à l'arrêt avéré de toutes réactions, quelles qu'elles soient. Cette immersion ne doit produire aucun incendie ni aucune explosion.

En cas de libération de gaz ou de fluides toxiques en présence d'eau, ce gaz ou ces fluides doivent être détectés. Ils doivent de même être identifiés (nature) et spécifiés (volume libéré) au cours du processus de conception du système approprié. La protection contre les effets chimiques doit être assurée telle que décrite au 7.11.3.6.

L'exemple d'essai indiqué à l'Annexe D comporte le processus exigé pour satisfaire aux conditions susmentionnées.

8.2.9.3 Exposition aux environnements marins (brouillard salin)

Les BESS destinés à être installés dans ou à proximité d'un environnement marin (par exemple, à proximité de côtes, sur des quais, etc.) doivent être confirmés par un contrôle de la conception du système conformément au résultat de l'appréciation du risque au niveau du système (voir l'Article 6) ou par une exposition complète conforme à la méthode d'essai d'exposition 1 ou 2 définie dans l'IEC 60068-2-52.

NOTE L'IEC 60068-2-52 définit la méthode d'essai 1 ou 2 pour les matériels utilisés de façon permanente dans ou à proximité d'un environnement marin.

Par suite de l'exposition au brouillard salin, les BESS ne doivent présenter aucun signe d'incendie ou d'explosion. L'enveloppe ne doit subir aucun dommage entraînant un accès aux parties dangereuses. Les BESS ne doivent présenter aucun danger de choc électrique tel que déterminé par conformité à l'essai de tenue en tension diélectrique de 8.2.1.4.

En cas de libération de gaz ou de fluides toxiques en présence d'eau salée, ce gaz ou ces fluides doivent être détectés. Ils doivent de même être identifiés (nature) et spécifiés (volume libéré) au cours du processus de conception du système approprié. La protection contre les effets chimiques doit être assurée telle que décrite au 7.11.3.6.

L'exemple d'essai présenté à l'Annexe D comporte le processus possible qui doit être suivi pour satisfaire aux conditions susmentionnées.

8.2.10 Indice de protection de l'enveloppe et des protecteurs du BESS

L'enveloppe et les protecteurs du BESS doivent satisfaire à leur indice de protection pour l'accès aux parties dangereuses (par exemple, parties mobiles dangereuses, parties électriques non isolées à une tension dangereuse) conformément à l'IEC 60529.

9 Lignes directrices et manuels

Outre les exigences du 7.12 et de 7.13.1.1 à 7.13.1.4, les considérations énoncées à l'Article 9 de l'IEC TS 62933-5-1:2017 sont applicables.

Annexe A (informative)

Modèles de propriété des BESS

Le présent document couvre les aspects de sécurité et ne détermine pas la propriété des BESS. La décision et la clarification de propriété sont toutefois importantes pour la sécurité des BESS et leur prise en charge. La description des modèles de propriété est de ce fait également importante, car elle est utile pour la détermination de la propriété.

Les modèles de propriété constituent un paramètre essentiel pour les BESS, notamment dans les installations domestiques et commerciales plus petites. Des installations plus grandes font généralement partie intégrante d'un système de réseau public également plus important, avec affectation de procédures et de tâches spécifiques, tandis que des installations plus petites sont susceptibles d'être considérées comme des appareils domestiques tels qu'un réfrigérateur. Dans ce cas, il convient de considérer par hypothèse que l'utilisateur du système ne présente pas les connaissances techniques et n'est pas suffisamment conscient des aspects liés à la sécurité des BESS. Lorsque cette situation est susceptible de prévaloir à l'avenir, il convient de prendre en considération les paramètres suivants:

- convient-il de vendre le système purement et simplement sans engagement permanent entre le propriétaire et/ou le fournisseur du système?
- un modèle de location gérée permet-il de mieux atteindre les objectifs de sécurité et de performances du système?
- la possibilité d'un programme de location gérée ou d'entretien contractuel est-elle pratique ou rentable?
- convient-il de soumettre cet aspect à réglementation?
- Le modèle de propriété limite-t-il nécessairement le type de compositions chimiques qui peuvent être présentes dans ces installations plus petites?
- quelles sont les conséquences d'un transfert de propriété lorsqu'un nouveau propriétaire peut même ne pas connaître l'existence du BESS?
- quel niveau d'engagement est exigé avec le service d'alimentation électrique lorsque le BESS est installé du côté consommateur du compteur électrique et quels sont les droits de ce service dans cette situation?
- à quel moment le système constitue-t-il un risque significatif relatif à l'exigence de mesures réglementaires, lorsque le BESS le plus élémentaire peut avoir la taille et la simplicité d'un système ASI élémentaire dont la seule différence est un flux bidirectionnel?
- à quels résultats de cycle de fin de vie l'utilisateur peut-il se fier avec différents modèles de propriété?

Annexe B (informative)

Dangers et risques liés aux BESS

B.1 Introduction générale

Les systèmes de stockage de l'énergie sur batterie (BESS) conçus avec des protections suffisantes et installés, utilisés et entretenus d'une façon qui maintient leur sécurité peuvent être utilisés sans incident comme le démontrent les systèmes qui fonctionnent actuellement en toute sécurité sur le terrain. Il est nécessaire que les commandes de sécurité et l'approche d'atténuation des dangers prennent en considération les dangers intrinsèques associés à ces systèmes qui peuvent varier selon la technologie de batterie.

Tous les systèmes de stockage de l'énergie électrochimiques présentent plusieurs risques communs. Ces risques incluent:

- l'incapacité à pouvoir toujours isoler l'énergie ou la réduire à des niveaux de sécurité, entraînant un risque potentiel de choc électrique ou d'autres dangers de transfert d'énergie électrique,
- les batteries peuvent fournir un courant continu de court-circuit important,
- les dangers chimiques dus à la libération de l'électrolyte,
- les constituants des batteries peuvent être inflammables,
- les batteries peuvent générer des gaz comme partie intégrante du fonctionnement normal (hydrogène) ou du fait d'un fonctionnement anormal (par exemple, chlore, brome, H₂S, SO₂),
- les modules de batteries peuvent être lourds.
- la défaillance d'une liaison de communication (interne ou externe) altérant la capacité du système à adopter un état de sécurité.

Les principales conditions qui entraînent des dangers relatifs généralement à tous les BESS énumérés dans le Tableau 1 incluent, entre autres:

- une erreur de détection de défaut à la terre du « BESS » proprement dit,
- la perte de contrôle du ou des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation en charge (notamment un dysfonctionnement provoqué par les autres sous-systèmes, par exemple, oscillation et/ou bruit du sous-système de conversion de puissance),
- l'effondrement, la chute et l'oscillation physique (vibration) du sous-système électrochimique d'accumulation et de l'enceinte,
- le dysfonctionnement des sous-systèmes provoqué un bruit électrique et les vibrations d'origine électromagnétique (ou électrostatique),
- les conditions prévisibles de mauvaise utilisation des batteries et du système installé final, et
- la compatibilité des batteries sélectionnées et du système final comme le prévoit la conception.

Les principaux dangers relatifs aux BESS de la catégorie « C-A utilisant une batterie à électrolyte non aqueux » incluent, entre autres:

- la propagation thermique due à une défaillance non maîtrisée du ou des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation,
- la libération d'un gaz combustible par le ou les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation,
- les menaces chimiques/toxiques dues à un incendie provenant du ou des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation.

Les principaux dangers relatifs aux BESS de la catégorie « C-B une batterie à électrolyte aqueux » incluent, entre autres:

- la propagation d'une substance chimique combustible (par exemple, de l'hydrogène) par le ou les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation
- la propagation d'une substance chimique toxique (par exemple, un électrolyte) par le ou les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation

Les principaux dangers relatifs aux BESS de la catégorie « C-C utilisant une batterie haute température » incluent, entre autres:

- la propagation thermique due à une défaillance non maîtrisée du ou des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation,
- une chaleur anormale du ou des sous-systèmes électrochimiques d'accumulation.

Les principaux dangers relatifs aux BESS de la catégorie « C-D utilisant une batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte » incluent, entre autres:

- la propagation d'une substance chimique combustible (par exemple, de l'hydrogène) par le ou les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation,
- la propagation d'une substance chimique toxique (gaz, liquide) par le ou les sous-systèmes électrochimiques d'accumulation.

Les tableaux du Tableau B.1 au Tableau B.5 présentent les listes des dangers relatifs aux BESS. Ces tableaux sont destinés simplement à clarifier les dangers à prendre en considération pour le processus d'appréciation du risque lié aux BESS, et non les dangers relatifs aux batteries individuelles proprement dites.

L'analyse du risque effectuée peut prendre en considération les catégorisations appropriées définies au 4.2, ainsi que le risque global lié aux BESS incluant, entre autres:

- les risques associés à l'agrégation de plusieurs composants et/ou batteries,
- la complexité du système final et des modes de défaillance,
- les éléments à prendre en considération afin de tenir compte de la sécurité tout au long du cycle de vie du BESS,
- la mise à la terre, l'isolement et la connexion inappropriés des sous-systèmes du BESS,
- un espace de travail dangereux (restrictif, confiné, limité),
- la pénétration d'eau et de poussière (degré IP inapproprié),
- une puissance électrique absorbée transitoire intégrée au réseau raccordé.

Tableau B.1 – Dangers communs des BESS

« Danger lié au système » – combinaison avec chaque sous-système			
Type		Dangers en tant qu' « incidents liés au sous-système » (oui ou non / informations détaillées)	
Dangers électriques		Y	Mise à la terre inappropriée essentielle pour la sécurité combinée au sous-système électrochimique d'accumulation, ainsi qu'aux sous-systèmes de conversion de puissance, de gestion/communication et de protection, et à l'enceinte Erreur de détection de défaut à la terre combinée au sous-système électrochimique d'accumulation, ainsi qu'aux sous-systèmes de conversion de puissance, de gestion/communication et de protection, de même qu'à l'enceinte et à la borne de raccordement au réseau Perte de contrôle du sous-système électrochimique d'accumulation avec l'énergie combinée aux sous-systèmes de conversion de puissance, de gestion/communication et de protection, ainsi qu'à l'enceinte, à la borne de raccordement au réseau et aux interfaces Isolement inapproprié essentiel pour la sécurité combiné au sous-système électrochimique d'accumulation, ainsi qu'au sous-système de conversion de puissance, de même qu'à l'enceinte et à la borne de raccordement au réseau Raccordement inapproprié essentiel pour la sécurité combiné au sous-système électrochimique d'accumulation, ainsi qu'aux sous-systèmes de conversion de puissance, de gestion/communication et de protection
Dangers mécaniques		Y	Effondrement, chute et oscillation physique du sous-système électrochimique d'accumulation et de l'enceinte
Champs électriques, magnétiques et électromagnétiques		Y	Dysfonctionnement des sous-systèmes provoqué par un bruit électrique et une oscillation physique des sous-systèmes ayant pour origine un bruit magnétique en combinaison avec le sous-système électrochimique d'accumulation, ainsi qu'avec les sous-systèmes de conversion de puissance, de gestion/communication et de protection, de même qu'avec l'enceinte et la borne de raccordement au réseau
« Danger concernant l'emplacement, l'environnement et l'application »			
Emplacement			
	Catégorie	Dangers (oui ou non/ informations détaillées)	
	Dangers mécaniques	Y	Vibrations, choc
	Conditions de travail dangereuses	Y	Espace de travail dangereux (restrictif, confiné, limité)
Environnement			
	Catégorie	Dangers (oui ou non/ informations détaillées)	
	Front d'eau	Y	Pénétration d'eau
Application			
	Catégorie	Dangers (oui ou non/ informations détaillées)	
	Tout cas	Y	Haute tension, courant excessif

Tableau B.2 – Dangers liés aux BESS utilisant une batterie à électrolyte non aqueux (catégorie « C-A »)

« Danger lié au système » – combinaison avec chaque sous-système		
Type	Dangers en tant qu' « incidents liés au sous-système » (oui ou non / informations détaillées)	
Dangers électriques	Y	En complément du Tableau B.1: Court-circuit interne de l'élément de batterie combiné au sous-système électrochimique d'accumulation, au sous-système de gestion/communication et à l'enceinte Court-circuit interne du sous-système électrochimique d'accumulation, combiné audit sous-système, ainsi qu'au sous-système de gestion/communication et à l'enceinte
Explosion	Y	Rétention de gaz combustible combinée au sous-système électrochimique d'accumulation et au sous-système de CVC Formation d'étincelles combinée au sous-système électrochimique d'accumulation, ainsi qu'aux sous-systèmes de conversion de puissance et de protection, de même qu'à l'enceinte et à la borne de raccordement au réseau Rupture d'isolement du sous-système électrochimique d'accumulation combinée aux sous-systèmes de gestion/communication et de protection Fusion des conducteurs combinée au sous-système électrochimique d'accumulation, ainsi qu'aux sous-systèmes de conversion de puissance, de gestion/communication et de protection, de même qu'à l'enceinte et à la borne de raccordement au réseau Augmentation de la pression interne du sous-système électrochimique d'accumulation combinée aux sous-systèmes de gestion/communication et de CVC
Incendie	Y	Incendie provenant du sous-système électrochimique d'accumulation combiné audit sous-système, ainsi qu'aux sous-systèmes de conversion de puissance, de gestion/communication et de protection, de même qu'au sous-système de CVC, à l'enceinte et à la borne de raccordement au réseau Propagation d'un emballement thermique provenant du sous-système électrochimique d'accumulation, combiné audit sous-système, ainsi qu'aux sous-systèmes de gestion/communication et de protection, à l'enceinte et à la borne de raccordement au réseau Incendie provenant des autres sous-systèmes combinés aux sous-systèmes de gestion/communication et de protection, ainsi qu'à l'enceinte et aux interfaces
Température	Y	Exposition d'une surface chauffée combinée au sous-système électrochimique d'accumulation, ainsi qu'aux sous-systèmes de conversion de puissance, de gestion/communication et de CVC, de même qu'à l'enceinte et à l'interface
Dangers chimiques	Y	Déversement de liquide, libération de gaz et émission solide provenant du sous-système électrochimique d'accumulation (électrolytes, matières actives et produits de réaction) combinés audit sous-système, ainsi qu'aux sous-systèmes de conversion de puissance, de gestion/communication, de protection et de CVC