IEC 62282-8-201

Edition 1.0 2020-01

INTERNATIONAL STANDARD

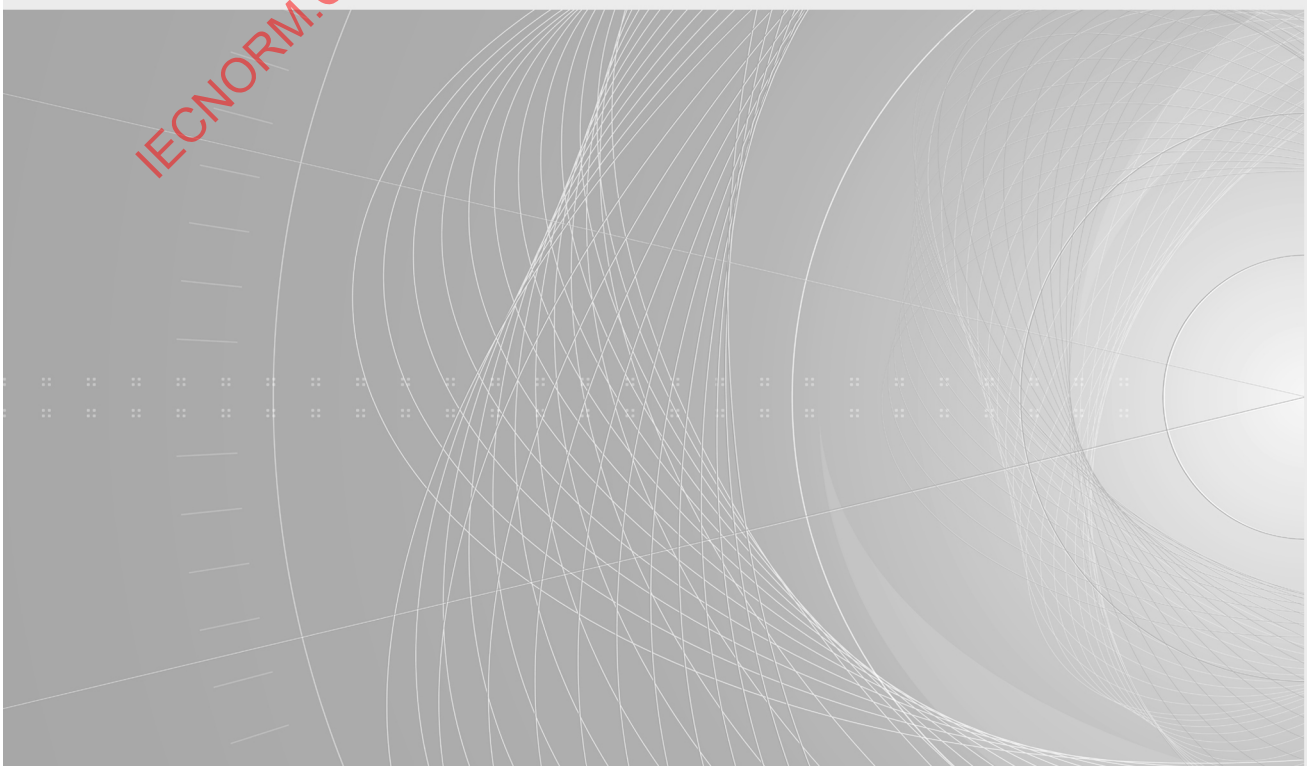
NORME INTERNATIONALE

colour inside

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

Fuel cell technologies –
Part 8-201: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Test procedures for the performance of power-to-power systems

Technologies des piles à combustible –
Partie 8-201: Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Procédures d'essai pour la performance des systèmes électriques à électriques



IEC 62282-8-201:2020-01(en-fr)

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 Varembé
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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

IEC 62282-8-201

Edition 1.0 2020-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

Fuel cell technologies –
Part 8-201: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Test procedures for the performance of power-to-power systems

Technologies des piles à combustible –
Partie 8-201: Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Procédures d'essai pour la performance des systèmes électriques à électriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.070

ISBN 978-2-8322-7685-3

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

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

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 8
3 Terms, definitions and symbols 9
3.1 Terms and definitions 9
3.2 Symbols 13
4 Measurement instruments and measurement methods 14
4.1 General 14
4.2 Instrument uncertainty 15
4.3 Measurement plan 15
4.4 Environmental conditions 16
4.5 Maximum permissible variation in test operating conditions 17
5 System parameters 17
5.1 General 17
5.2 Electric energy storage capacity 17
5.3 Rated electric power input 18
5.4 Rated net electric power output 18
5.5 Roundtrip electrical efficiency 18
5.6 System response (step response time and ramp rate) 18
5.6.1 Step response time 18
5.6.2 Ramp rate 19
5.7 Minimum switchover time 20
5.8 Quiescent state loss rate 20
5.9 Heat input rate 20
5.10 Recovered heat output rate 20
5.11 Acoustic noise level 20
5.12 Total harmonic distortion 20
5.13 Discharge water quality 21
6 Test methods and procedures 21
6.1 General 21
6.2 Electric energy storage capacity test 21
6.3 Rated electric power input test 22
6.4 Rated net electric power output test 22
6.5 Roundtrip electrical efficiency test 23
6.6 Other system performance test 23
6.6.1 System response test, step response time and ramp rate 23
6.6.2 Minimum switchover time test 25
6.6.3 Quiescent state loss rate test 25
6.6.4 Heat input rate test 26
6.6.5 Recovered heat output rate test 26
6.6.6 Acoustic noise level test 26
6.6.7 Total harmonic distortion test 27
6.6.8 Discharge water quality test 27
6.7 Component performance test 27
6.7.1 Electrolyser performance test 27

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

6.7.2 Hydrogen storage performance test 28
6.7.3 Fuel cell performance test 28
6.7.4 Water management system performance test 29
6.7.5 Battery performance test 29
6.7.6 Oxygen storage performance test 29
7 Test reports 29
7.1 General 29
7.2 Report items 29
7.3 Tested system data description 30
7.4 Test condition description 30
7.5 Test data description 30
7.6 Uncertainty evaluation 30
Bibliography 31

Figure 1 – System configuration of electric energy storage system using hydrogen – Type with electrolyser and fuel cell 7
Figure 2 – System configuration of electric energy storage system using hydrogen – Type with reversible cell 8
Figure 3 – Typical sequence of phases during the system operation 16
Figure 4 – Step response time and ramp rate of EES system 19
Figure 5 – Step response test 24
Figure 6 – Minimum switch over time test 25

Table 1 – Symbols 14
Table 2 – Required steps before executing the measurement 16
Table 3 – Example of document format of roundtrip electrical efficiency 23
Table 4 – Additional parameters measured on the electrolyser or the reversible cell module in electrolysis mode 27
Table 5 – Additional parameters measured on the hydrogen storage component 28
Table 6 – Additional parameters measured on the fuel cell or the reversible cell module in fuel cell mode 28

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 8-201: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Test procedures for the performance of power-to-power systems

FOREWORD

1) The International Electro technical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electro technical 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 62282-8-201 has been prepared by IEC technical committee 105: Fuel cell technologies.

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

FDIS	Report on voting
105/764/FDIS	105/777/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 62282 series, published under the general title *Fuel cell technologies*, can be found on the IEC website.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

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 62282-8-201:2020

INTRODUCTION

This part of IEC 62282 describes performance evaluation methods for electric energy storage systems using hydrogen that employ electrochemical reactions both for water/steam electrolysis and electric generation.

This document is intended for power to power systems which typically employ a set of electrolyser and fuel cell, or a reversible cell for devices of electric charge and discharge.

A typical targeting application of the electric energy storage systems using hydrogen is in the class of energy intensive electric energy storage. The systems are recognized as critically useful for the relatively long-term power storage operation, such as efficient storage and supply of the renewable power derived electric energy and grid stabilization.

IEC 62282-8 (all parts) aims to develop performance test methods for power storage and buffering systems based on electrochemical modules (combining electrolysis and fuel cells, in particular reversible cells), taking into consideration both options of re-electrification and substance (and heat) production for sustainable integration of renewable energy sources.

Under the general title *Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode*, the IEC 62282-8 series consists of the following parts:

- IEC 62282-8-101: *Test procedures for the performance of solid oxide single cells and stacks, including reversible operation*
- IEC 62282-8-102: *Test procedures for the performance of single cells and stacks with proton exchange membranes, including reversible operation*
- IEC 62282-8-103[1]: *Alkaline single cell and stack performance including reversible operation*
- IEC 62282-8-201: *Test procedures for the performance of power-to-power systems*
- IEC 62282-8-202[2]: *Power-to-power systems – Safety*
- IEC 62282-8-300 (all parts)[3]: *Power-to-substance systems*

As a priority dictated by the emerging needs for industry and opportunities for technological development, IEC 62282-8-101, IEC 62282-8-102 and IEC 62282-8-201 have been initiated jointly and firstly. These parts are presented as a package to highlight the need for an integrated approach as regards the system's application (i.e. a solution for energy storage) and its fundamental constituent components (i.e. fuel cells operated in reverse or reversing mode).

IEC 62282-8-103, IEC 62282-8-202 and IEC 62282-8-300 (all parts) are suggested but are left for initiation at a later stage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

1 Under consideration.

2 Under consideration.

3 Under consideration.

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 8-201: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Test procedures for the performance of power-to-power systems

1 Scope

This part of IEC 62282 defines the evaluation methods of typical performances for electric energy storage systems using hydrogen. This is applicable to the systems that use electrochemical reaction devices for both power charge and discharge. This document applies to systems that are designed and used for service and operation in stationary locations (indoor and outdoor).

The conceptual configurations of the electric energy storage systems using hydrogen are shown in Figure 1 and Figure 2. Figure 1 shows the system independently equipped with an electrolyser module and a fuel cell module. Figure 2 shows the system equipped with a reversible cell module. There are an electrolyser, a hydrogen storage and a fuel cell, or a reversible cell, a hydrogen storage and an overall management system (which may include a pressure management) as indispensable components. There may be a battery, an oxygen storage, a heat management system (which may include a heat storage) and a water management system (which may include a water storage) as optional components. The performance measurement is executed in the area surrounded by the outside thick solid line square (system boundary).

NOTE In the context of this document, the term "reversible" does not refer to the thermodynamic meaning of an ideal process. It is common practice in the fuel cell community to call the operation mode of a cell that alternates between fuel cell mode and electrolysis mode "reversible".

This document is intended to be used for data exchanges in commercial transactions between the system manufacturers and customers. Users of this document can selectively execute test items suitable for their purposes from those described in this document.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

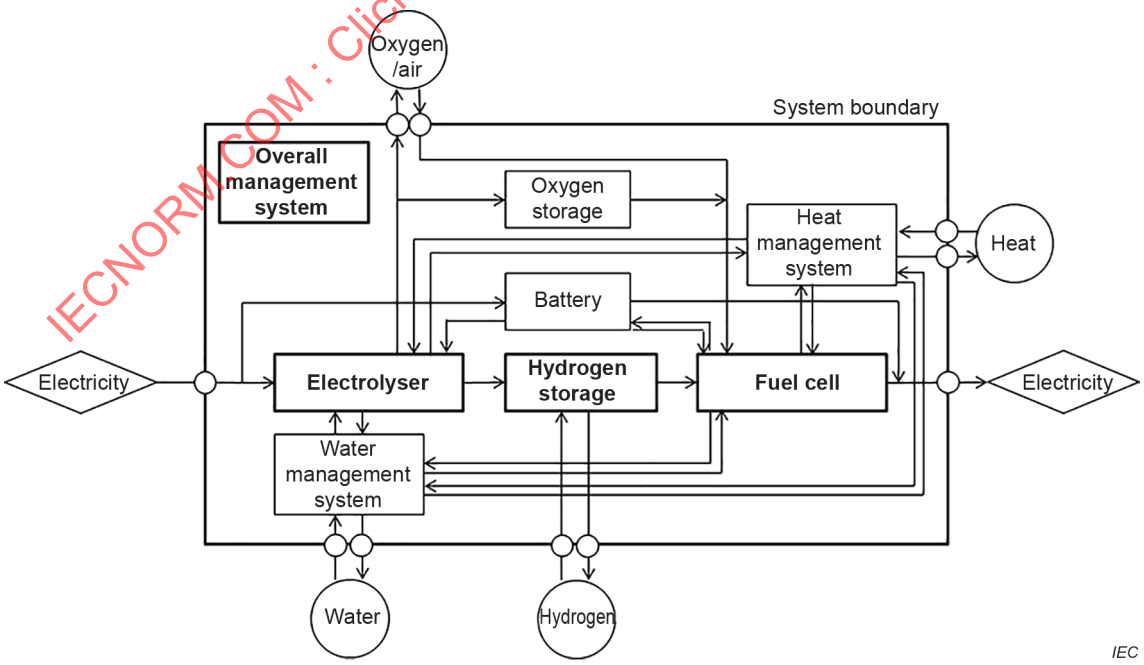


Figure 1 – System configuration of electric energy storage system using hydrogen – Type with electrolyser and fuel cell

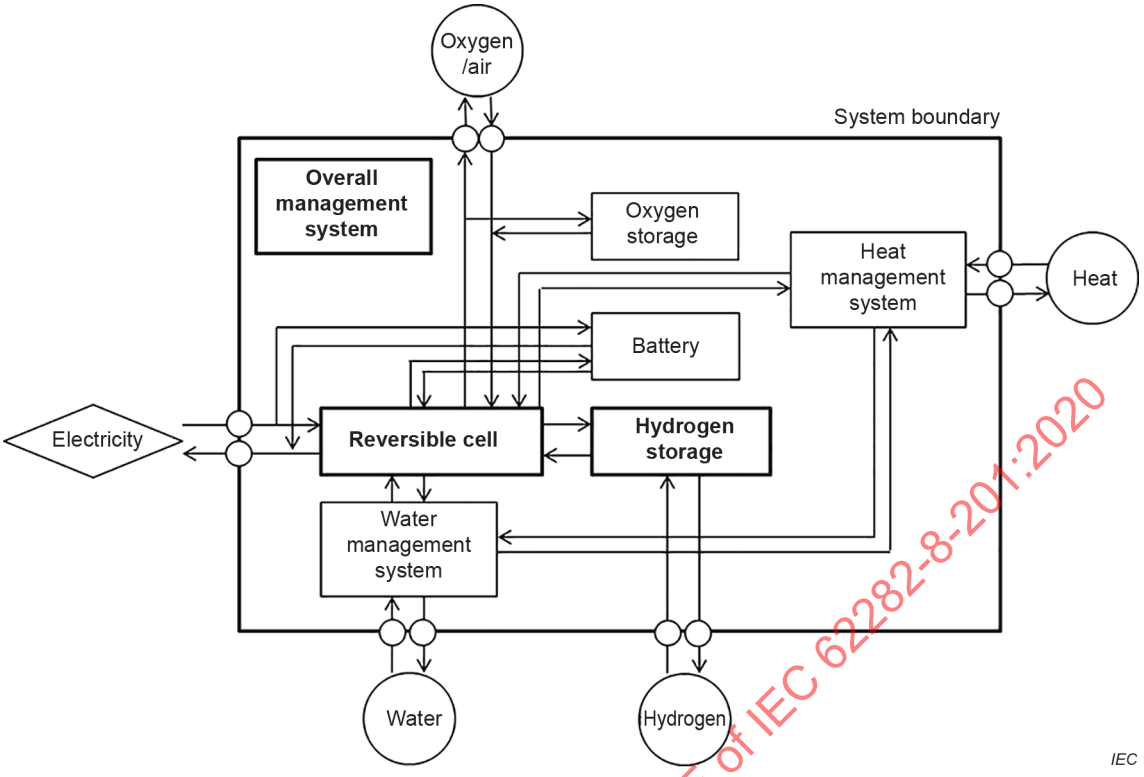


Figure 2 – System configuration of electric energy storage system using hydrogen – Type with reversible cell

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

2 Normative references

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

IEC 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 62282-3-200, *Fuel cell technologies – Part 3-200: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods*

IEC 62282-3-201, *Fuel cell technologies – Part 3-201: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods for small fuel cell power systems*

IEC 62282-8-101, *Fuel cell technologies – Part 8-101: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Solid oxide single cell and stack performance including reversible operation*

IEC 62282-8-102, *Fuel cell technologies – Part 8-102: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Test procedures for PEM single cell and stack performance including reversible operation*

IEC 62933-2-1:2017, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 2-1: Unit parameters and testing methods – General specification*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainly of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO 3746, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

ISO 4064-1, *Water meters for cold potable water and hot water – Part 1: Metrological and technical requirements*

ISO 4064-2, *Water meters for cold potable water and hot water – Part 2: Test methods*

ISO 7888, *Water quality – Determination of electrical conductivity*

ISO 9614-1, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points*

ISO 11204, *Acoustics – Noise emitted by machinery and equipment – Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying accurate environmental corrections*

ISO 16111, *Transportable gas storage devices – Hydrogen absorbed in reversible metal hydride*

ISO 19880-1, *Gaseous hydrogen – Fuelling stations – Part 1: General requirements*

ISO 19881, *Gaseous hydrogen – Land vehicle fuel containers*

ISO 19882, *Gaseous hydrogen – Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle fuel containers*

ISO 19884, *Gaseous hydrogen – Cylinders and tubes for stationary storage*

ISO 22734-1, *Hydrogen generators using water electrolysis process – Part 1: Industrial and commercial applications*

ISO 22734-2, *Hydrogen generators using water electrolysis process – Part 2: Residential applications*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

3 Terms, definitions and symbols

3.1 Terms and definitions

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

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

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

3.1.1
electric energy storage
EES
installation able to store electric energy or which converts electric energy into another form of energy and vice versa, while storing energy

Note 1 to entry: EES can be used also to indicate the activity of an apparatus described in the definition during performing its own functionality.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

[SOURCE: IEC 62933-1:2018, 3.1, modified – Definition revised and example and note 2 deleted.]

3.1.2
electric energy storage system
EES system
installation with defined electrical boundaries, comprising at least one EES, whose purpose is to extract electric energy from the electric power system, store this energy in some manner and inject electric energy into the electric power system and which includes civil engineering works, energy conversion equipment and related ancillary equipment

Note 1 to entry: The EES system is controlled and coordinated to provide services to the electric power system operators or to the electric power system users.

Note 2 to entry: In some cases, an EES system can require an additional energy source during its discharge, providing more energy to the electric power system than the energy it stores.

Note 3 to entry: This note applies to the French language only.

[SOURCE: IEC 62933-1:2018, 3.2, modified – "grid connected" and "internally" deleted, "whose purpose is to" added and note 3 deleted.]

3.1.3
EES system using hydrogen
EES system comprising at least one EES using hydrogen, whose purpose is to extract electric energy from the electric power system, store this energy as hydrogen and inject electric energy into the electric power system, using hydrogen as a fuel

Note 1 to entry: The conceptual configurations of the EES system using hydrogen are referred to in Clause 1.

3.1.4
battery
device for storing electricity with electricity charge and discharge functions

Note 1 to entry: They are typically employed for absorbing short-term fluctuating electricity input combined with hydrogen storage of an EES system using hydrogen.

3.1.5
electrolyser
electrochemical device that converts water/steam to hydrogen and oxygen by electrolysis reaction

Note 1 to entry: They include alkaline water electrolysis device, polymer electrolyte water electrolysis device, solid oxide electrolysis cell device, and other devices of similar type.

3.1.6
environment
surroundings in which an EES system using hydrogen exists, including air, water, land, natural resources, flora, fauna, humans, and their interrelation

3.1.7
fuel cell
electrochemical device that converts the chemical energy of a fuel and an oxidant to electric energy (DC power), heat and reaction products

Note 1 to entry: The fuel and oxidant are typically stored outside of the fuel cell and transferred into the fuel cell as they are consumed.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

[SOURCE: IEC 60050-485:—, 485-08-01]

3.1.8
heat management system
subsystem of the EES system using hydrogen, for controlling the heat storage and flows in the system and its POCs (if applicable)

Note 1 to entry: Typically, heat is utilized among the various system equipment. An example of the mutual heat utilization is where the exothermic reaction heat of the fuel cell is conveyed to an electrolysis cell, in particular a solid oxide electrolysis cell for endothermic consumption.

3.1.9
hydrogen storage
component of the EES system using hydrogen, for storing hydrogen which is produced by water/steam electrolysis in or supplied to the system

Note 1 to entry: There are several kinds of hydrogen storage equipment depending on the hydrogen storage principles. They include low/high-pressure gas, liquid, hydrogen-absorbing alloy (hydrogen absorbed in reversible metal hydride), non-metal hydrides and others.

3.1.10
limit operating conditions
conditions not to be exceeded for operating the system normally and safely

Note 1 to entry: They are recommended by the system manufacturer considering the system characteristics.

3.1.11
net electric energy output
usable electric energy output from the EES system using hydrogen, which is able to serve for the user's purpose, excluding internal and external electric energy dissipation of the system

Note 1 to entry: The internal and external electric dissipation of the system is typically electric energy loss from the equipment operations and connections.

Note 2 to entry: The net electric energy output is the difference between the electric energy outputs and inputs at all POCs.

3.1.12
net electric power
power output of the electric energy storage system and available for external use

Note 1 to entry: The net electric power output is the difference between the electric power outputs and inputs at all POCs.

3.1.13
operating conditions
conditions at which the tested system, more specifically each equipment of the tested system, is operated, as well as physical conditions such as range of ambient temperatures, pressure, radiation levels, humidity and atmosphere are included

3.1.14
operating state
state at which the tested system, more specifically each equipment of the tested system, is operated at specified conditions

3.1.15
overall management system
subsystem of the EES system using hydrogen, served for monitoring and controlling the EES system using hydrogen, by fulfilling all equipment and functions for acquisition, processing, transmission, and display of the necessary process information

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

Note 1 to entry: The overall management system also includes a subsystem containing an arrangement of hardware, software, and propagation media to allow the transfer of messages from one EES system using hydrogen component/subsystem to another one, including the data interface with external links.

Note 2 to entry: Generally, the control subsystem may be connected to the primary POC (just for data exchange) and it can comprise the communication subsystem and the protection subsystem.

Note 3 to entry: The protection subsystem includes one or more protection equipment, instrument transformer(s), transducers, wiring, tripping circuit(s), auxiliary supply(s). Depending upon the principle(s) of the protection system, it may include one end or all ends of the protected section and, possibly, automatic reclosing equipment.

3.1.16
oxygen storage
one component of the EES system using hydrogen, for storing oxygen, which is produced by water/steam electrolysis in (or supplied to) the system

Note 1 to entry: Oxygen storage is equipped, if needed.

3.1.17
point of connection
POC
point where an EES system using hydrogen is connected to a supply/extraction exterior to the system

Note 1 to entry: Generally, POCs are electricity, heat, water, hydrogen and oxygen/air connection points. They are shown as open circles on the system boundary (thick solid-line square) in Figure 1 and Figure 2.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.18
quiescent state
operating state of the EES system, where it is partly or fully charged, and no intended discharging of the stored energy takes place

3.1.19
quiescent state loss rate
sum of energy loss rate and energy consumption rate of EES system during the quiescent state

3.1.20
rated operating conditions
conditions which are applied for standard operation of equipment and/or system

Note 1 to entry: They are recommended by the equipment and/or system manufacturers considering the respective characteristics of the equipment/system.

3.1.21
rated input conditions
conditions specified by the manufacturer, at which the tested system absorbs electric power input at the POC

3.1.22
rated output conditions
conditions specified by the manufacturer, at which the tested system delivers electric power output at the POC

3.1.23
rated test conditions
specific boundary conditions at which the tested system is operated

Note 1 to entry: They shall be agreed between the system manufacturer and customer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

3.1.24
reversible cell
electrochemical device that is able to operate as a fuel cell or as an electrolyser, alternatively

Note 1 to entry: The term "reversible" in this context does not refer to the thermodynamic principle of an ideal process.

3.1.25
roundtrip electrical efficiency
electric energy discharged measured on the primary point of connection (POC) divided by the electric energy absorbed, measured on all the POC (primary and auxiliary), over one EES system standard charging/discharging cycle in specified operating conditions

Note 1 to entry: Efficiency is generally expressed in percentage.

3.1.26
operation history
record of the operating conditions of the system

3.1.27
switchover time
time that is required to switch an EES system using hydrogen from a specified charging phase to a specified discharging phase or vice versa

Note 1 to entry: This can be of relevance in case grid service shall be performed with the system. It comprises the time that is required to go from one operating point in either charging or discharging operation to quiescent state, purging of gas lines if applicable, setting of auxiliary components (valves, heaters, compressors etc.) if applicable and to go to an operating point in the opposite operating phase (discharging or charging).

3.1.28
test state
state of the tested system that is consistent with the objective of the evaluation

Note 1 to entry: More specifically, it means the specific operating state for equipment of the tested system.

3.1.29
tested system
system defined by its boundary to the environment, that is in accordance with the objective of the evaluation

3.1.30
water management system
subsystem of the EES system using hydrogen, for controlling the water and/or steam flows in the system

Note 1 to entry: It includes the controlling mechanisms of water inlet, transport, purifying (if applicable), and drain.

3.2 Symbols

The symbols and their meanings used in this document are given in Table 1, with the appropriate units.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

Table 1 – Symbols

Symbol	Definition	Unit	Equation
k	Coverage factor		
n	Number of measurements until discharge completion		in (3)
P_{el}	Active power at the POC	W	in (2)
$P_{el,loss}$	Quiescent state loss rate	W	in (5)
$P_{el,out}$	Net electric power output	W	in (3)
dP/dt	Ramp rate	W/s	in (2)
t_0	Time when the system, which is at rest, receives the set point value		in (1)
t_1	Time when the active power at the POC becomes less than 90 % for negative state or higher than 10 % for positive state of the set point value		in (2)
t_2	Time when the active power at the POC becomes less than 10 % for negative state or higher than 90 % for positive state of the set point value		in (2)
t_3	Time when the active power at the POC reaches within 2 % of the set point value		in (1)
t_{loss}	Measurement time of self-discharging	h	in (5)
t_{so}	Switch over time	s	
t_{sr}	Step response time	s	in (1)
W_{el}	Electric energy storage capacity	Wh	in (3)
$W_{el,in}$	Electric energy input	Wh	in (4), (5)
$W_{el,out}$	Net electric energy output	Wh	in (3)
Δt	Sampling time of measurement	h	in (3)
η_{el}	Roundtrip electrical efficiency	%	in (4)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

4 Measurement instruments and measurement methods

4.1 General

For measuring certain properties of the tested system, the configuration of its components and the boundary conditions to the environment shall be determined first.

Attention is required to clearly define the tested system. The components which the tested system includes and the conditions of the test environment at all points of connection (POC) shall be defined. The POCs are input/output of electricity, heat, water, hydrogen and oxygen/air. The boundary conditions for all POCs shall be defined.

Secondly, the test state of the system shall be defined. The test state of the system means the operating levels compared to the maximum capability of either the system or one of its components at the time of test execution.

Then the operating conditions for the test shall be defined. They shall be agreed between the system manufacturer and the customer.

It shall be noted that the operation history and the actual operating time of the system affects the evaluation of system performance values. During execution of the tests, the operating times shall be noted. They are the electric input time, the electric output time, the input-and-output quiescent period, and combination patterns thereof. Moreover, the history of the operating times for the system before executing the test shall also be reported.

4.2 Instrument uncertainty

The expanded uncertainty of each measuring instrument (coverage factor k = 2) at the time of calibration or that estimated from the class of instrument shall meet the following requirements:

– power: ±2 % of reading;
– ambient temperature: ±1 K;
– ambient pressure: ±0,1 kPa;
– ambient humidity: ±1 % (absolute).

Instruments that satisfy the above requirements shall be used. ISO/IEC Guide 98-3 shall apply.

4.3 Measurement plan

The components' configuration, the boundary conditions to the environment of the tested system and the test state shall be clearly defined. The test state shall be considered according to the application and usage. Also, the test phases, which are charge, storage and discharge illustrated in Figure 3, should be considered.

The rated and the limit operating conditions for the tested system are confirmed between the system manufacturer and the customer. The rated and the limit operating conditions for each component shall be established from the component manufacturers' specifications.

Then the sequence of the measurements shall be planned. It shall be considered that certain properties of some components relate to the conditions and/or the condition settings for other components. For example, the operating state of the hydrogen storage capacity relates to the operating conditions settings of the electrolyser. Also, attention should be paid to the fact that some properties can change considerably during the measurement. For example, the electric power input can vary during a charging phase. The test state shall be clearly defined and the property changes during the measurement shall be identified. For setting up the measurement methods and instruments, instrument uncertainty and permissible variation shall be checked and reported. The related regulations shall be considered. The required steps before executing the measurement are summarized in Table 2.

After confirming that the system is operating under the test state, the measurement for testing the system performance is executed.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

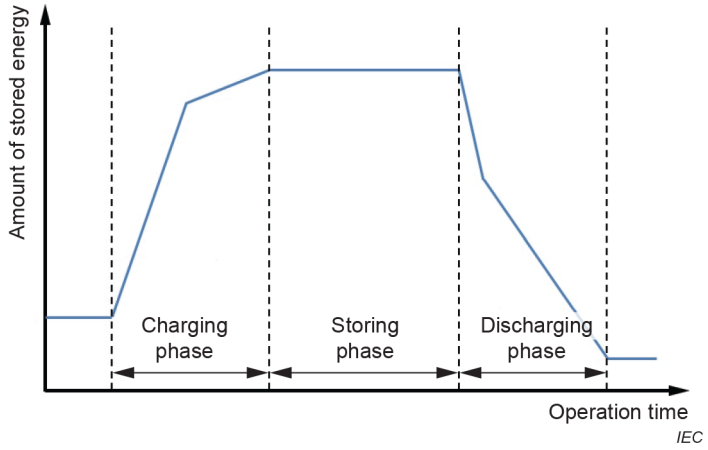


Figure 3 – Typical sequence of phases during the system operation

Table 2 – Required steps before executing the measurement

Step	Requirements	Remarks
1	Note the system components configuration.	
2	Define the system boundary.	Ambient conditions shall be defined.
3	Note the initial operating state of the system.	The operation history of the system shall be reported.
4	Confirm the rated and the limit operating conditions for the system.	The rated and the limit operating conditions for the system shall be confirmed between system manufacturer and customer.
5	Define the tests to be executed.	The mutual interaction of the system components shall be considered.
6	Define the measurement methods and set up the instruments.	Instrument uncertainty and permissible variation shall be checked and reported. Safety measures shall be taken.
7	Execute the measurement.	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

4.4 Environmental conditions

The reference environmental conditions shall be the normal environmental conditions as described in IEC 62933-2-1.

Air temperature, relative humidity and pressure shall be measured as ambient conditions. Supplementary items shall be recorded, if needed. In the case of an outdoor installation, the information concerning hoarfrost, dew, rain, snow, and solar radiation shall be recorded.

When the system is intended to be used under conditions different from the reference environmental conditions, an agreement between the system manufacturer and the customer is necessary. In those cases, the appropriate ambient conditions for the test shall be considered between the system manufacturer and the customer.

If required, the system may also be tested under the most extreme environmental conditions. In this case, the system manufacturer shall provide the most extreme environmental conditions.

4.5 Maximum permissible variation in test operating conditions

The tolerable variation of each operating parameter in the testing system shall fall within the following range:

– power: ±5 % relative to set point;
– ambient temperature: ±5 K.

5 System parameters

5.1 General

The following parameters shall be specified as the common basic parameters to ensure capability and performance of an EES system using hydrogen:

- electric energy storage capacity;
- rated electric power input;
- rated net electric power output;
- roundtrip electrical efficiency.

In addition, the following parameters shall be specified if required:

- system response (step response time and ramp rate);
- minimum switch over time;
- quiescent state loss rate
- thermal power input and output;
- acoustic noise level;
- total harmonic distortion;
- discharge water quality;
- electrolyser performance;
- hydrogen storage performance;
- fuel cell performance;
- water management system performance;
- battery performance;
- oxygen storage performance.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

5.2 Electric energy storage capacity

Electric energy storage capacity is the electric energy that can be extracted from the system at the POC under reference environmental conditions as specified in 4.4. The electric energy storage capacity shall be evaluated considering energy losses. The electric energy storage capacity is the electric energy discharged from fully charged state to fully discharged state of the system, at rated output conditions. The rated output conditions include input and output rates of net electric power, heat, water flow and oxygen/air flow. They shall be agreed by the system manufacturer and the customer.

The system may contain several types of energy source storage other than electricity and hydrogen, such as heat and oxygen. In those cases, each property of the components related to the energy source storages is recommended to be reported separately, adding to the electric energy storage capacity for the system.

5.3 Rated electric power input

The rated electric power input is the value of power that the tested system can absorb for a specified time at the POC under the reference environmental conditions specified in 4.4. The rated electric power input shall be specified together with applicable input duration. The rated electric power input and the applicable input duration, along with the conditions including input and output rates of heat, water flow and oxygen/air flow, shall be agreed by the system manufacturer and the customer.

In the case where more than one POC for electric power input is present in the system, rated electric power input is calculated from the total of the concurrent measurements of all electric power inputs at the POC. Typically, it contains the electric power inputs of the electrolyser or reversible cell, battery and other electrically operated components.

5.4 Rated net electric power output

The rated net electric power output is the value of net power that the tested system can provide for a specified time at the POC under the reference environmental conditions specified in 4.4. The rated net electric power output shall be specified together with applicable output duration. The rated net electric power output and the applicable output duration, along with the conditions including input and output rates of heat, water flow and oxygen/air flow, shall be agreed by the system manufacturer and the customer.

In the case more than one electric POC is present in the system, rated net electric power output is calculated from the difference of the measured electric power outputs and inputs at all POC. Typically, it contains the electric power connections of the fuel cell or the reversible cell and the battery.

5.5 Roundtrip electrical efficiency

Roundtrip electrical efficiency (η_{el}) is the ratio of net electric energy output ($W_{el,out}$) to electric energy input ($W_{el,in}$) of the system for one charging/discharging cycle which has the same energy storage level at the start and at the end of the measurement.

The boundary conditions of an electric input and output are defined. The test state is defined. The operating conditions for testing are determined. They include input and output rates of net electric power, heat, water flow and oxygen/air flow, and energy storage levels of electric energy and energy other than electricity. They shall be agreed by the system manufacturer and the customer. These items shall be reported with the measurements results.

The roundtrip electrical efficiency is measured over one charging/discharging cycle for specified energy storage levels using specified input and output rates of net electric power, heat, water flow and oxygen/air flow. At the end of the charging/discharging cycle, the level of charge and the operating conditions of the tested EES system shall be the same as those before the charging/discharging cycle.

The roundtrip electrical efficiency can be affected by energy storage levels, electric power input and net output rates, electric energy consumption of the system operation, operating conditions for components relating to an energy source other than electricity, as well as the reference environmental conditions.

5.6 System response (step response time and ramp rate)

5.6.1 Step response time

The step response time of the system is the duration of the time interval between the instant t_0 when the system, which is at rest, receives the set point and the instant t_3 when the active power at the POC reaches the set point (within ±2 %) as shown in Figure 4. Detailed definition of t_0 shall be agreed between the system manufacturer and the customer. The reference set point for the definition of the step response time is the rated input/output power.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

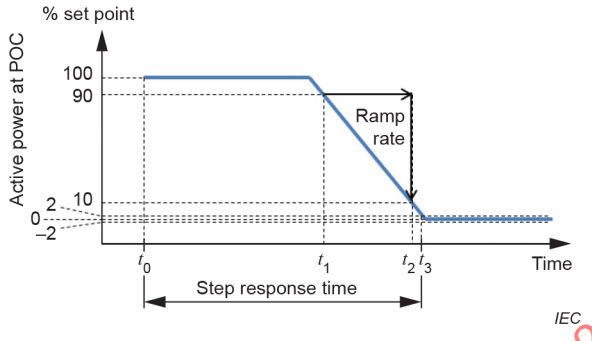
$$t_{sr} = t_3 - t_0 \quad (1)$$

where

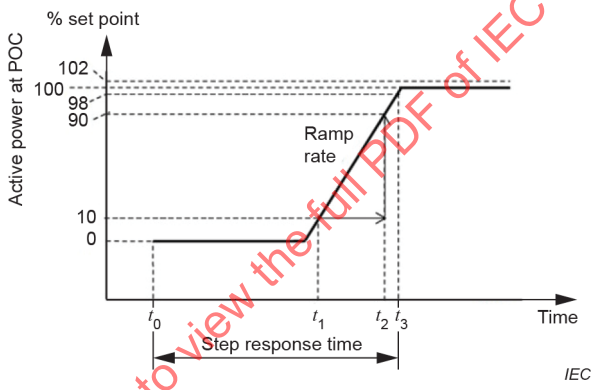
t_{sr} is the step response time (s);

t_0 is the time when the system, which is at rest, receives the set point value;

t_3 is the time when the active power at the POC reaches the set point (within ±2 %).



a) Negative ramp rate



b) Positive ramp rate

NOTE The figure is taken from IEC 62933-2-1:2017, Figure 5 and has been modified.

Figure 4 – Step response time and ramp rate of EES system

5.6.2 Ramp rate

The ramp rate of the system is the average rate of active power variation per unit of time between t_2 and t_1 as shown in Figure 4 a) for negative ramp rate and Figure 4 b) for positive ramp rate. For the negative (positive) state, t_1 is the time when the active power at the POC becomes less than 90 % (higher than 10 %) of the set point value and t_2 is the time when the active power at the POC becomes less than 10 % (higher than 90 %) of the set point value. The reference set point for the definition of the ramp rate is the rated input and output power. In case of non-linear characteristic or transition behaviour during the mode change, for example charge – discharge – charge, the definition of ramp rate shall be agreed by the system manufacturer and the customer.

$$\mathrm{d}P / \mathrm{d}t = \frac{P_{el}(t_2) - P_{el}(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

where

$\mathrm{d}P/\mathrm{d}t$ is the ramp rate (W/s);

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

t_1 is the time when the active power at the POC becomes less than 90 % (negative ramp rate) or higher than 10 % (positive ramp rate) of the set point value;

t_2 is the time when the active power at the POC becomes less than 10 % (negative ramp rate) or higher than 90 % (positive ramp rate) of the set point value;

$P_{el}(t_1)$ is the active power at the POC at time t_1;

$P_{el}(t_2)$: is the active power at the POC at time t_2.

5.7 Minimum switchover time

The minimum switchover time is the time that is minimally required to switch the operating conditions of the tested system from a specified charging phase to a specified discharging phase, or vice versa. It specifically comprises the time that is required to go from a specified charging or discharging phase to open circuit voltage (OCV) phase, purging of gas lines if applicable, setting of auxiliary components if applicable and go to the opposite specified operating phase. The switchover times from charging to discharging phase and vice versa can be different, so both values shall be reported. The charging and discharging phases for the test (for example, 80 % of the nominal input and output power rates) shall be agreed between the system manufacturer and the customer.

5.8 Quiescent state loss rate

The quiescent state loss rate of the EES system is the sum of the energy loss rate and the energy consumption rate of the EES system during the quiescent state, which is typically the phase between the charge and the discharge operation. The measurement time of the quiescent state loss rate shall be chosen from among one hour, one day or one week or the time agreed upon by the system manufacturer and the customer. The energy consumption of any auxiliary operation within the system boundary shall be included.

5.9 Heat input rate

The heat input rate is the thermal power which is absorbed by the tested system during the system operation in the different operation phases (charging, storage, discharging). The heat input is fed to the system at the POC, using a heat transfer fluid (e.g. air, water, steam).

In the case where there are more than one POC for heat input, the heat input rate is calculated from the total of concurrent measurements of all heat input rates at the POC.

5.10 Recovered heat output rate

The recovered heat output rate is the usable thermal power output, which is recovered by the tested system during the system operation in the different operation phases (charging, storage, discharging). The recovered heat output is dissipated at the POC, using a heat transfer fluid (typically water). The recovered heat output rate does not include waste heat losses, for example due to system components cooling.

5.11 Acoustic noise level

The acoustic noise level is the total acoustic noise level, including all noise sources of the EES system. It shall be measured under the rated operating states and/or those states which are agreed between the system manufacturer and the customer.

5.12 Total harmonic distortion

The total harmonic distortion is the overall harmonic distortion of the EES system. It shall be measured under the rated operating states and/or those states which are agreed between the system manufacturer and the customer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

5.13 Discharge water quality

All discharge water sources of the EES system are covered. The quality of the discharged water shall be measured under the rated operating states and/or those states which are agreed between the system manufacturer and the customer.

6 Test methods and procedures

6.1 General

System parameters described in Clause 5 and component performances shall be reported selectively according to the purpose of the performance test.

The parameters listed in 5.2 to 5.5 are primary performance indicators of the EES system using hydrogen. They are measured under the rated test conditions or other operating conditions within the limit operating conditions. These conditions for testing shall be agreed between the system manufacturer and the customer.

The other parameters listed in Clause 5 are secondary performance indicators of the EES system. The testing conditions as specified in 4.4 shall be applied, based upon agreement between the system manufacturer and the customer.

Suitable performance test standards for electricity-converting devices and EES shall be followed as available.

6.2 Electric energy storage capacity test

Electric energy storage capacity shall be tested at rated input and output conditions under reference environmental conditions as specified in 4.4, and if required, at additional operating conditions different from the rated ones. The electric energy storage capacity shall be evaluated as the electric energy discharged at the rated output conditions and the output duration time starting from the fully charged state of the system. Values of output power from the tested system shall be obtained at the POC using a calibrated power meter or a calibrated combination of voltmeter(s) and amperemeter(s), as appropriate. The measurement shall be performed in the three consecutives steps a) to c). The electric energy storage capacity shall be calculated by Equation (3) below.

a) The tested system shall be discharged to the specified minimum electric energy storage level in accordance with the system specifications and operating instructions.

b) The tested system shall be charged to the specified maximum electric energy storage level at rated input conditions in accordance with the system specifications and operating instructions.

c) The tested system shall be discharged at the rated output conditions of the system in accordance with the system specifications and operating instructions. The system shall be discharged to the specified minimum electric energy storage level associated with the system specification and operation instructions. The net electric power output over time shall be measured and recorded.

Subsequently, the net electric energy output is calculated using Equation (3). The electric energy storage capacity (W_{el}) is defined as the net electric energy output during this test ($W_{el,out}$).

$$W_{el} = W_{el,out} = \sum_{i=1}^{n} P_{el,out}(t_i) \times \Delta t \quad (3)$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

where:

W_{el} is the electric energy storage capacity of tested system (Wh);

$W_{el,out}$ is the calculated net electric energy output at the POC (Wh);

$P_{el,out}(t_i)$ is the net electric power output at time t_i, measured at the POC (W);

Δt is the sampling time of measurement (h);

n is the number of measurements until discharge completion.

The rated input and output operation conditions shall also be reported. If the energy storage capacities of components of the EES is reported separately, the following standards shall apply:

- hydrogen storage capacity of hydrogen tanks: performance test methods of the related parts in ISO 16111, ISO 19880-1, ISO 19881, ISO 19882 and ISO 19884;
- electricity storage capacity of batteries and similar components: performance test methods of IEC 61427-1 and IEC 61427-2.

For components without suitable test standards for the evaluation of energy storage capacities, the applied test method and conditions shall be reported.

6.3 Rated electric power input test

The rated electric power input test of the system shall be conducted to confirm that constant rated electric power can be input to the system for a specified duration at the POC. This test shall be performed using the electric energy storage capacity measurement test routine in 6.2 as follows.

It shall be confirmed that the tested system can absorb (or be charged at) the set electric power for a specified duration at the POC. The rated electric power input of the system shall be applied as the set electric power value in this test.

In step b) of the electric energy storage capacity test in 6.2, the rated electric power is input to the tested system at the set electric power. The input electric power and the charging time shall be measured. The measured values of the input electric power and the charging time duration shall be compared to the specified parameters and reported. The duration for which this rated electric power is maintained shall be measured and reported. The rated input operating conditions shall also be reported.

For the measurement of the electric power input, the test methods of ISO 22734-1, ISO 22734-2 for electrolysers, IEC 62282-3-200 for fuel cells, IEC 62282-8-101 and IEC 62282-8-102 for reversible cells shall apply.

6.4 Rated net electric power output test

The rated net electric power output test of the system shall be conducted to confirm that constant rated net electric power can be output from the system for a specified duration at the POC. These tests shall be performed using the electric energy storage capacity measurement test routine in 6.2 as follows.

It shall be confirmed that the tested system can output the set net electric power for a specified duration at the POC. The rated net electric power output of the system shall be applied as the set power value in this test.

In step c) of the electric energy storage capacity test in 6.2, the rated net electric power is output from the tested system at the set electric power. The net electric power output and the discharge time shall be measured and reported. The measured values of the net electric power output and the discharge time duration shall be compared to the specified parameters. The duration for which this rated electric power is maintained shall be measured and reported. The rated output conditions shall also be reported.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

6.5 Roundtrip electrical efficiency test

The roundtrip electrical efficiency test shall be conducted to determine the amount of net electric energy output which the tested system can deliver, relative to the amount of electric energy input into the system during the preceding charge and discharge under determined operating conditions and reference environmental conditions. This test shall be performed using the electric energy capacity test routine presented in 6.2.

The test shall be carried out at least twice for one set of measurements at specific operating conditions.

The net electric energy output $W_{\text{el,out}}$ shall be measured and calculated during the electric energy storage capacity test (see 6.2 c)). The electric energy input $W_{\text{el,in}}$ shall be measured and calculated accordingly during the electric energy storage capacity test (see 6.2 b)). The electric energy input shall be determined analogue to the net electric energy output, using Equation (3).

The roundtrip electrical efficiency shall be calculated as shown in Equation (4) below.

$$\eta_{\text{el}} = \frac{W_{\text{el,out}}}{W_{\text{el,in}}} \times 100\ \% \tag{4}$$

where

η_{el} is the roundtrip electrical efficiency (%);

$W_{\text{el,out}}$ is the net electric energy output measured at the POC, which is considered as electric energy losses including the conversion loss and the electric energy used for the system operation (Wh);

$W_{\text{el,in}}$ is the electric energy input measured at the POC (Wh).

The roundtrip electrical efficiency shall be reported as indicated in Table 3, for example. Where an additional test is performed beyond the minimum required two cycles, an additional row shall be added to Table 3. The average value shall be calculated from each measured value and the roundtrip electrical efficiency shall be reported based on the average value.

Table 3 – Example of document format of roundtrip electrical efficiency

	Start stateof electric energy storage [a] (%)	Electric power input (W)	Electric energy input (Wh)	Charged state of electric energy storage (%)	Electric power output (W)	Net electric energy output (Wh)	End state of electric energy storage [a] (%)	Roundtrip electrical efficiency (%)
Test 1	X	X	X	X	X	X	X	X
Test 2	X	X	X	X	X	X	X	X
Average	X	X	X	X	X	X	X	X

[a] Start and end (discharged) states have the same energy storage level for one charging/discharging cycle measurement. The values for start and end state are typically 0 %, the value for charged state is typically 100 %.

6.6 Other system performance test

6.6.1 System response test, step response time and ramp rate

The system response is measured, after confirming that the system is operating under the test state. The performance evaluation test shall be conducted by following the applicable standards for the response of the EES system.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

The following typical evaluation procedures refer to IEC 62933-2-1.

The procedures are listed below. The EES system shall absorb or provide the active power according to the set point of rated input/output power. The set point and the input/output power at the POC shall be recorded with a data acquisition system at regular intervals of time, with appropriate time resolution.

The calculation of the step response times t_{sri} shall be carried out using Equation (1) in 5.6.1. The calculation of the ramp rates shall be carried out using Equation (2) in 5.6.2.

a) The EES system shall be charged or discharged to 50 % state of available energy or specified capacity value agreed upon between the system manufacturer and the customer.

b) The set point of electric power input or output shall be changed to zero. This set point shall be maintained until the electric power input or output is within ±2 % of the rated power input or output.

c) The set point of the electric power input shall be changed to rated power input. The set point value shall be maintained until the active power input at the POC is within ±2 % of rated power input. Step response time and ramp rate of this step shall be reported as t_{sr1} and dP/dt_1, respectively.

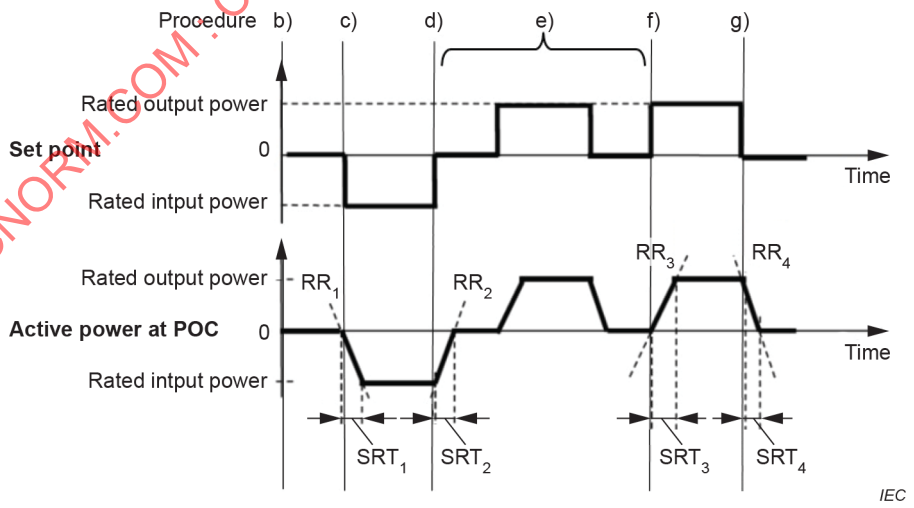
d) The set point of the electric power input shall be changed to zero. The set point value shall be maintained until the active power input at the POC is ±2 % of rated power input. Step response time and ramp rate of this step shall be reported as t_{sr2} and dP/dt_2, respectively.

e) The EES system shall be discharged to 50 % state of available energy or specified capacity value agreed between the system manufacturer and user.

f) The set point of electric power output shall be changed to rated power output. The set point value shall be maintained until the active power output at the POC is within ±2 % of rated power output. Step response time and ramp rate of this step shall be reported as t_{sr3} and dP/dt_3, respectively.

g) The set point of electric power output shall be changed to zero. The set point value shall be maintained until the active power output at the POC is ±2 % of rated power output. Step response time and ramp rate of this step shall be reported as t_{sr4} and dP/dt_4, respectively.

Figure 5 shows the procedure listed from step b) to step g), step a) is omitted.



NOTE The figure is taken from IEC 62933-2-1:2017, Figure 7 and has been modified.

Figure 5 – Step response test

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

6.6.2 Minimum switchover time test

The minimum switchover time is measured, after confirming that the system is operating under the test state. A typical test procedure for the switchover time of an EES system is listed below and shall apply (see Figure 6).

a) The specified charging and discharging power rates and the specified energy capacity levels for the test are fixed by agreement between the system manufacturer and the customer.

b) The tested system shall be charged or discharged to the specified capacity values.

c) The charging and discharging power rates at the POC shall be maintained until they are within ±2 % of the set point values (see Figure 4).

d) Minimum switch over times from the charging phase to the discharging phase and from the discharging phase to charging phase shall be respectively measured and reported.

Figure 6 explains the minimum switch over time from charging phase to discharging phase t_{so1} and from discharging phase to charging phase t_{so2}.

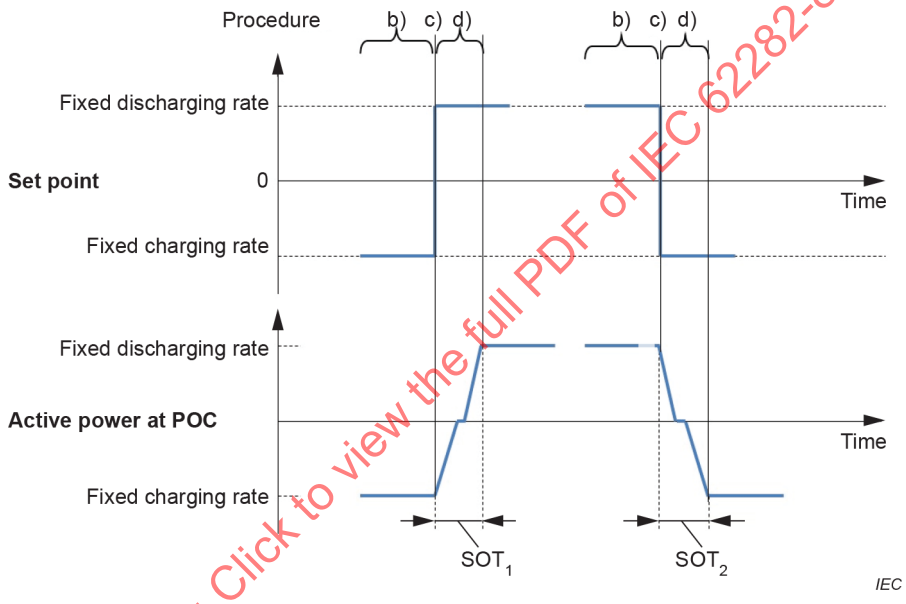


Figure 6 – Minimum switch over time test

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

6.6.3 Quiescent state loss rate test

The quiescent state loss rate is measured, after confirming that the system is operating under the test state. The typical test procedure for the quiescent loss rate of an EES system is listed below and shall apply.

NOTE The tests are similar to the IEC 62933-2-1 self-discharge test for EES systems.

a) The EES system shall be charged/discharged to 100 % of the rated energy capacity or specified energy capacity value agreed between the system manufacturer and the customer.

b) The system shall be kept at a quiescent state for the measurement period of self-discharging. The measurement period of self-discharging shall be chosen from among one hour, one day or one week or the time agreed between the system manufacturer and the user.

c) The electric energy input to the system shall be measured at the POC throughout the measurement period of self-discharging.

d) After completing the measurement period of self-discharging, the system shall be charged to the initial energy capacity level, and the electric energy input shall be measured at the POC.

e) The self-discharge power consumption shall be evaluated by using the sum of electric energy input measured in c) and d) in accordance with Equation (5). The electric energy

input for re-charging shall be determined analogously to the net electric energy output using Equation (3).

$$P_{\text{el,loss}} = \frac{W_{\text{el,in}}}{t_{\text{loss}}} \tag{5}$$

where

$P_{\text{el,loss}}$ is the quiescent state loss rate (W);

$W_{\text{el,in}}$ is the sum of electric energy inputs during self-discharging in c) and re-charging in d) (Wh);

t_{loss} is the measurement time of self-discharging (h).

6.6.4 Heat input rate test

This test only applies to EES systems being equipped with a POC for heat input, using a heat-carrying fluid.

The heat input rate test of the system shall be performed using the electrical energy storage capacity measurement test routine in 6.2 and the quiescent loss rate test routine in 6.6.3. The heat input rate can be determined by using the measurement methods for external thermal input, as given in IEC 62282-3-200.

The heat input rate shall be determined separately and reported for the charging phase by using the routine in 6.2 b), for the discharging phase by using the routine in 6.2 c), and for the storage phase by using the routine in 6.6.3. If during one of these phases no heat input occurs, the test of that phase can be omitted. The measured values of the heat input rate shall be compared to specified values, if available. The test operating conditions shall also be reported exactly, comprising the temperature levels of the heat fluid inlet and outlet, and the heat fluid flow rate. If other suitable heat input rate test methods are applied, the test methods and conditions shall be reported.

6.6.5 Recovered heat output rate test

This test only applies to EES systems being equipped with a POC for recovered heat output, using a heat carrying fluid.

The recovered heat output rate test of the system shall be performed using the electrical energy storage capacity measurement test routine in 6.2 and the quiescent loss rate test routine in 6.6.3. The recovered heat output rate can be determined by using the measurement methods for recovered thermal power output, as given in IEC 62282-3-200.

The recovered heat output rate shall be determined separately and reported for the charging phase using the routine in 6.2 b), for the discharging phase using the routine in 6.2 c) and for the storage phase, using the routine in 6.6.3. If during one of these phases no recovered heat output occurs, the referring test can be omitted. The measured values of the recovered heat output rate shall be compared to the specified values. The test operating conditions shall also be reported exactly, comprising the temperature levels of the heat fluid inlet and outlet and the heat fluid flow rate. If other suitable recovered heat output rate test methods are applied, the test methods and conditions shall be reported.

6.6.6 Acoustic noise level test

The acoustic noise level is measured, after confirming that the system is operating under the test state. The performance evaluation of acoustic noise level in test standards ISO 3746, ISO 9614-1 and ISO 11204 shall be followed as appropriate.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

6.6.7 Total harmonic distortion test

Total harmonic distortion shall be measured and reported for EES systems that are connected to an AC grid. IEC 61000-4-7 and IEC 61000-4-13 provide measurement guidance.

6.6.8 Discharge water quality test

Discharge water quality is measured, after confirming that the system is operating under the test state and intended water discharge takes place. Any appropriate methods for water quality evaluation, for example ISO 15839, ISO 17381 and IEC 62282-3-201, apply.

6.7 Component performance test

6.7.1 Electrolyser performance test

Additionally to the tests described in 6.6, the hydrogen production rate, the electric power and the water consumption are measured for the electrolyser or the reversible cell module in electrolysis mode. The boundary of the electrolyser or the reversible cell module in the tested system shall be agreed between the system manufacturer and the customer. The respective performance evaluation methods of ISO 22734-1 or ISO 22734-2 for the hydrogen production rate and the electric power, IEC 62282-8-101 or IEC 62282-8-102 for the electric power of single cell and stack, and IEC 62282-3-200 for the water consumption apply.

As an optional property evaluation test, the purge gas consumption is measured for the electrolyser or the reversible cell module in electrolysis mode. The respective performance evaluation method of IEC 62282-3-200 applies.

The measurements shall be conducted under the test state and under the rated operating conditions, using the referenced standards in Table 4.

For electrolysers without suitable performance evaluation test standards, the applied test method and conditions shall be reported and they shall be recommended by the manufacturer.

Table 4 – Additional parameters measured on the electrolyser or the reversible cell module in electrolysis mode

Parameter	Definition	Reference
Hydrogen production rate	Electrolytic hydrogen production rate (kg/h)	ISO 22734-1 ISO 22734-2
Electric power	Electric power input (W)	ISO 22734-1 ISO 22734-2 For single cell and stack IEC 62282-8-101 IEC 62282-8-102
Water consumption	Water consumption rate (kg/h)	IEC 62282-3-200
Purge gas consumption	Amount of supplied inert or dilution gas (l/min)	
NOTE Water consumption of the electrolyser for the electrolysis and others if required (i.e. cooling water).		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

6.7.2 Hydrogen storage performance test

Additionally to the tests described in 6.6, the hydrogen storage rate, the operating power and the consumed electricity for storing the unit amount of hydrogen operated under the test state and the rated operating conditions are measured for the hydrogen storage components. Any appropriate methods for evaluating hydrogen storage performance, using the referenced standards in Table 4, shall apply depending on the storage types of hydrogen.

For the hydrogen storage without suitable performance evaluation test standards, the applied test method and conditions shall be reported and they shall be recommended by the manufacturer.

Table 5 – Additional parameters measured on the hydrogen storage component

Parameter	Definition	Reference
Storage rate	Rate of storing hydrogen (kg/h)	For storage capacity ISO 19884 ISO 16111
Operating power	Electric power required for operation (W/kg)	
Consumed electricity	Electricity for storing unit amount of hydrogen (Wh/kg)	

6.7.3 Fuel cell performance test

Additionally to the tests described in 6.6, the electric power, the thermal power, the electrical efficiency and the overall efficiency are measured for the fuel cell or the reversible cell module in fuel cell mode. The respective performance evaluation methods of IEC 62282-3-200 or IEC 62282-3-201 (for fuel cell systems) or of IEC 62282-8-101 or IEC 62282-8-102 (for single cell and stack performance) apply.

As an optional property evaluation test, the purge gas consumption is measured for the fuel cell or the reversible cell module in fuel cell mode. The respective performance evaluation method of IEC 62282-3-200 applies.

The measurements shall be conducted under the test state and under the rated operating conditions, using the referenced standards in Table 6.

For the fuel cells without suitable performance evaluation test standards, the applied test method and conditions shall be reported and they shall be recommended by the manufacturer.

Table 6 – Additional parameters measured on the fuel cell or the reversible cell module in fuel cell mode

Parameter	Definition	Reference
Electric power	Net electric power output (W)	IEC 62282-3-200 IEC 62282-3-201
Electrical efficiency	Ratio of electric power output and fuel power input (%)	
Thermal power	Recovered thermal power output (W)	IEC 62282-3-201
Overall efficiency	Ratio of all useful power outputs and fuel power input (%)	
Purge gas consumption	Amount of supplied inert or dilution gas (m^3/s)	IEC 62282-3-200

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

6.7.4 Water management system performance test

Additionally to the tests described in 6.6, the water input flow rate (l/min) and the electric power input (W) are measured for the water management system. The appropriate methods for evaluating fluid flow in closed conduits, for example ISO 4064-1 and ISO 4064-2, shall apply. For the devices without suitable performance evaluation test standards, the applied test method and conditions shall be reported and they shall be recommended by the system manufacturer.

As optional property evaluation tests, the water storage capacity (m^3, l), and the water purification quality (e.g. conductivity in µS/cm) are measured for the water management system. For measuring the water storage capacity, the standards of fluid flow in closed conduits, for example ISO 4064-1 and ISO 4064-2, apply.

For the water management systems without suitable performance evaluation test standards, the applied test method and conditions shall be reported, and they shall be recommended by the manufacturer.

For the water purification property of the water management system, the appropriate standards regarding water purification quality, for example ISO 7888 (determination of electrical conductivity), shall apply. Information about the typical impurities that are expected to affect the components' properties considerably shall be provided by the system manufacturer. It is to be noted that these properties change during operation, so attention is required.

6.7.5 Battery performance test

Additionally to the tests described in 6.6, the charging capacity is measured for the battery which is one of the electric input/output and storage components. Also, the electric power input, the electric power output and the charge-discharge efficiency operated under the test state and the rated operating conditions are measured.

The performance evaluation test standards for the relevant type of battery, (e.g, IEC 61427-1 and IEC 61427-2 particularly for renewable energy storage) apply.

For batteries without suitable performance-evaluation test standards, the applied test method and conditions shall be reported and they shall be recommended by the manufacturer.

6.7.6 Oxygen storage performance test

Additionally to the tests described in 6.6, the oxygen storage capacity, the oxygen storage rate, the consumed electricity for oxygen storage and the efficiency for oxygen storage operated under the test state and the rated operating conditions are measured for the oxygen storage component. The applied measuring method and conditions shall be reported and they shall be recommended by the manufacturer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

7 Test reports

7.1 General

Test reports shall accurately, clearly and objectively present sufficient information to demonstrate that all the objectives of the tests have or have not been attained.

7.2 Report items

The report shall present at least the following information:

a) title of the report;

b) authors of the report;

c) date of the report;

d) standard number/test procedure number;
e) location of the test;
f) tested system data (see 7.3 for details);
g) test conditions (see 7.4 for details);
h) test data (see 7.5 for details).

7.3 Tested system data description

The tested system data shall include at least the following information:

a) product name and brand name of the system;
b) constitution of the system;
c) definition of the boundary for the tested system
d) type of electrolyser and/or reversible cell;
e) type of fuel cell;
f) type of hydrogen storage;
g) type of battery (if included);
h) type of oxygen storage (if included).

7.4 Test condition description

The test condition description shall include at least the following information:

a) name of person(s) conducting the test;
b) instruments, calibration record;
c) definition of the operating state;
d) test procedure;
e) data acquisition method.

7.5 Test data description

The test data shall include at least the following information:

a) title of the test(s);
b) test operating conditions;
c) test results;
d) ambient conditions;
e) uncertainty evaluation (see 7.6 for details).

If system operation requires external energies, such as heating, cooling and the like, and such energies are not incorporated in the performance tests, the energies and their amounts shall be reported under b) (test operating conditions).

7.6 Uncertainty evaluation

Uncertainties of instruments shall be reported. If necessary, variation of measurements and/or measurement uncertainties calculated from the variation of measurements and uncertainties of instruments should be reported (see ISO/IEC Guide 98-3).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

Bibliography

IEC 60050-485:—[4], *International Electrotechnical Vocabulary – Part 485: Fuel cell technologies*

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

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

IEC 60079-29-2, *Explosive atmospheres – Part 29-2: Gas detectors – Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen*

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

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for supply systems and equipment connected thereto*

IEC 61000-4-13, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity test*

IEC 61960-3, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications – Part 3: Prismatic and cylindrical lithium secondary cells and batteries made from them*

IEC 61987-1, *Industrial-process measurement and control – Data structures and elements in process equipment catalogues – Part 1: Measuring equipment with analogue and digital output*

IEC TS 62749, *Assessment of power quality – Characteristics of electricity supplied by public networks*

IEC 62282-2, *Fuel cell technologies – Part 2: Fuel cell modules*

IEC 62282-3-100, *Fuel cell technologies – Part 3-100: Stationary fuel cell power systems – Safety*

IEC 62282-3-300, *Fuel cell technologies – Part 3-300: Stationary fuel cell power systems – Installation*

IEC 62933-1:2018, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 1: Terminology*

IEC TS 62933-3-1, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 3-1: Planning and performance assessment of electrical energy storage systems – General specification*

IEC TS 62933-4-1, *Electrical Energy Storage (EES) systems – Part 4-1: Guidance on environmental Issues – General specification*

IEC TS 62933-5-1, *Electrical Energy Storage (EES) systems – Part 5-1: Safety Considerations – General specification*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

[4] Under preparation. Stage at the time of publication: IEC FDIS 60050-485:2019.

ISO/IEC Guide 98-1, *Uncertainty of measurement – Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement*

ISO/IEC Guide 98-3-SP1, *Supplement 1, Uncertainly of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) – Propagation of distributions using a Monte Carlo method*

ISO 15839, *Water quality – On-line sensors/analysing equipment for water – Specifications and performance tests*

ISO/TR 15916, *Basic considerations for the safety of hydrogen systems*

ISO 17381, *Water quality – Selection and application of ready-to-use test kit methods in water analysis*

ISO 22538-1, *Space systems – Oxygen safety – Part 1: Design of oxygen systems and components*

ISO 22538-4, *Space systems – Oxygen safety – Part 4: Hazards analyses for oxygen systems and components*

ISO 26142, *Hydrogen detection apparatus – Stationary applications*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 36
INTRODUCTION 38
1 Domaine d'application 39
2 Références normatives 41
3 Termes, définitions et symboles 42
3.1 Termes et définitions 42
3.2 Symboles 46
4 Instruments et méthodes de mesure 47
4.1 Généralités 47
4.2 Incertitude des instruments 47
4.3 Plan de mesure 48
4.4 Conditions d'environnement 49
4.5 Variation maximale admissible des conditions de fonctionnement d'essai 49
5 Paramètres du système 49
5.1 Généralités 49
5.2 Capacité de stockage de l'énergie électrique 50
5.3 Puissance électrique d'entrée assignée 50
5.4 Puissance électrique nette de sortie assignée 51
5.5 Rendement électrique aller-retour 51
5.6 Réponse du système (temps de réponse à un échelon et taux de rampe) 51
5.6.1 Temps de réponse à un échelon 51
5.6.2 Taux de rampe 52
5.7 Temps de commutation minimal 53
5.8 Taux de perte à l'état de repos 53
5.9 Débit thermique 53
5.10 Débit de chaleur produite récupérée 53
5.11 Niveau du bruit acoustique 53
5.12 Distorsion harmonique totale 53
5.13 Qualité de l'eau d'écoulement 54
6 Méthodes et procédures d'essai 54
6.1 Généralités 54
6.2 Essai de capacité de stockage de l'énergie électrique 54
6.3 Essai de puissance électrique d'entrée assignée 55
6.4 Essai de puissance électrique nette de sortie assignée 55
6.5 Essai de rendement électrique aller-retour 56
6.6 Autre essai des performances du système 57
6.6.1 Essai de la réponse du système, temps de réponse à un échelon et taux de rampe 57
6.6.2 Essai du temps de commutation minimal 58
6.6.3 Essai du taux de perte à l'état de repos 59
6.6.4 Essai du débit thermique 59
6.6.5 Essai du débit de chaleur produite récupérée 60
6.6.6 Essai du niveau de bruit acoustique 60
6.6.7 Essai de la distorsion harmonique totale 60
6.6.8 Essai de la qualité de l'eau d'écoulement 60
6.7 Essai des performances des composants 61

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

6.7.1 Essai des performances de l'électrolyseur 61
6.7.2 Essai des performances de stockage de l'hydrogène 61
6.7.3 Essai des performances des piles à combustible 62
6.7.4 Essais des performances du système de gestion de l'eau 62
6.7.5 Essai des performances de la batterie 63
6.7.6 Essai des performances de stockage de l'oxygène 63
7 Rapports d'essai 63
7.1 Généralités 63
7.2 Éléments contenus dans le rapport 63
7.3 Description des données relatives au système soumis à l'essai 64
7.4 Description des conditions d'essai 64
7.5 Description des données d'essai 64
7.6 Évaluation de l'incertitude 64
Bibliographie 65

Figure 1 – Configuration d'un système de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène – Type de système avec électrolyseur et pile à combustible 40
Figure 2 – Configuration d'un système de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène – Type de système avec cellule réversible 40
Figure 3 – Séquence typique de phases pendant le fonctionnement du système 48
Figure 4 – Temps de réponse à un échelon et taux de rampe d'un système EES 52
Figure 5 – Essai de réponse à un échelon 58
Figure 6 – Essai du temps de commutation minimal 59

Tableau 1 – Symboles 46
Tableau 2 – Étapes exigées préalables au mesurage 49
Tableau 3 – Exemple de format de document relatif au rendement électrique aller-retour 57
Tableau 4 – Paramètres supplémentaires mesurés sur l'électrolyseur ou le module à cellule réversible en mode électrolyse 61
Tableau 5 – Paramètres supplémentaires mesurés sur le composant de stockage de l'hydrogène 62
Tableau 6 – Paramètres supplémentaires mesurés sur la pile à combustible ou le module à cellule réversible en mode pile à combustible 62

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 8-201: Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Procédures d'essai pour la performance des systèmes électriques à électriques

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62282-8-201 a été établie par le comité d'études 105 de l'IEC: Technologies des piles à combustible.

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

FDIS	Rapport de vote
105/764/FDIS	105/777/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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62282, publiées sous le titre général *Technologies des piles à combustible*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 62282 décrit les méthodes d'évaluation des performances des systèmes de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène et recourant à des réactions électrochimiques tant pour l'électrolyse de l'eau/vapeur que pour la production d'électricité.

Le présent document est destiné aux systèmes électriques à électriques qui utilisent généralement un ensemble électrolyseur-pile à combustible ou une cellule réversible pour les dispositifs de charge et de décharge électriques.

La classe de stockage de l'énergie électrique à forte intensité énergétique constitue une application cible type des systèmes de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène. Il est admis que les systèmes sont extrêmement utiles pour le stockage de l'énergie électrique de relativement longue durée, tel que le stockage efficace et la fourniture en énergie électrique issue de l'énergie renouvelable et la stabilisation du réseau.

L'IEC 62282-8 (toutes les parties) a pour but le développement de méthodes d'essai des performances pour les systèmes de stockage de l'énergie et les systèmes tampons fondés sur des modules électrochimiques (qui combinent des piles à combustible et à électrolyse, en particulier des cellules réversibles), en tenant compte des options de réélectrification et de production de substance (et de chaleur) pour l'intégration durable des sources d'énergie renouvelables.

L'IEC 62282-8 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé*:

- IEC 62282-8-101: *Procédures d'essai pour la performance des cellules élémentaires et des piles à oxyde solide, comprenant le fonctionnement réversible*
- IEC 62282-8-102: *Procédures d'essai pour la performance des cellules élémentaires et des piles à membrane échangeuse de protons, comprenant le fonctionnement réversible*
- IEC 62282-8-103[1]: *Alkaline single cell and stack performance including reversible operation* (disponible en anglais seulement)
- IEC 62282-8-201: *Procédure d'essai pour la performance des systèmes électriques à électriques*
- IEC 62282-8-202[2]: *Power-to-power systems – Safety* (disponible en anglais seulement)
- IEC 62282-8-300 (toutes les parties)[3]: *Power-to-substance systems* (disponible en anglais seulement)

L'IEC 62282-8-101, l'IEC 62282-8-102 et l'IEC 62282-8-201, constituant une priorité dictée par les besoins émergents des industries et par les possibilités de développement techniques, ont été initiées conjointement et en premier lieu. Ces parties sont présentées ensemble afin de souligner la nécessité d'une approche intégrée relative à l'application du système (c'est-à-dire une solution pour le stockage de l'énergie) et ses composants fondamentaux (c'est-à-dire les piles à combustible fonctionnant en mode inversé ou par inversion).

L'IEC 62282-8-103, l'IEC 62282-8-202 et l'IEC 62282-8-300 (toutes les parties) sont proposées et laissées comme amorce à une étape ultérieure.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

---

1 À l'étude.

2 À l'étude.

3 À l'étude.

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 8-201: Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Procédures d'essai pour la performance des systèmes électriques à électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62282 définit les méthodes d'évaluation des performances typiques des systèmes de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène. Ces méthodes s'appliquent aux systèmes qui utilisent des dispositifs à réaction électrochimique à la fois pour la charge électrique et la décharge électrique. Le présent document s'applique aux systèmes conçus et utilisés pour l'entretien et le fonctionnement dans des emplacements stationnaires (intérieur et extérieur).

La Figure 1 et la Figure 2 représentent les configurations conceptuelles des systèmes de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène. La Figure 1 présente un système indépendant équipé d'un module électrolyseur et d'un module à pile à combustible. La Figure 2 représente le système équipé d'un module à cellule réversible. Un électrolyseur, un système de stockage de l'hydrogène et une pile à combustible, ou une cellule réversible, un système de stockage de l'hydrogène et un système de gestion global (pouvant inclure la gestion de la pression) constituent les composants indispensables. Une batterie, un système de stockage de l'oxygène, un système de gestion thermique (pouvant inclure le stockage thermique) et un système de gestion de l'eau (pouvant inclure le stockage de l'eau) constituent les composants facultatifs. Le mesurage des performances s'effectue dans la zone délimitée par le carré extérieur à traits pleins épais (limites du système).

NOTE Dans le contexte du présent document, le terme "réversible" ne fait pas référence à la signification thermodynamique d'un procédé théorique. L'attribution du qualificatif "réversible" est pratique courante dans le secteur des piles à combustible dont le fonctionnement d'une cellule varie entre le mode pile à combustible et le mode électrolyse.

Le présent document est destiné à être utilisé pour les échanges de données dans le cadre des transactions commerciales entre les fabricants des systèmes et les clients. Les utilisateurs du présent document peuvent choisir les éléments d'essai à exécuter selon leurs objectifs à partir de ceux décrits dans le présent document.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

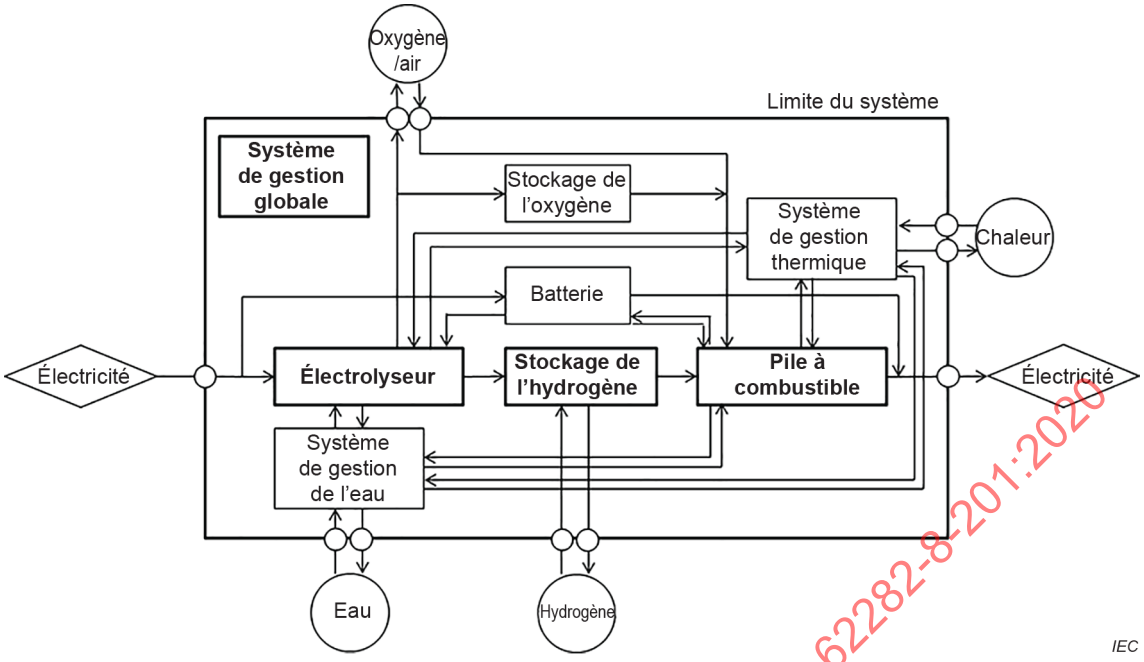


Figure 1 – Configuration d'un système de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène – Type de système avec électrolyseur et pile à combustible

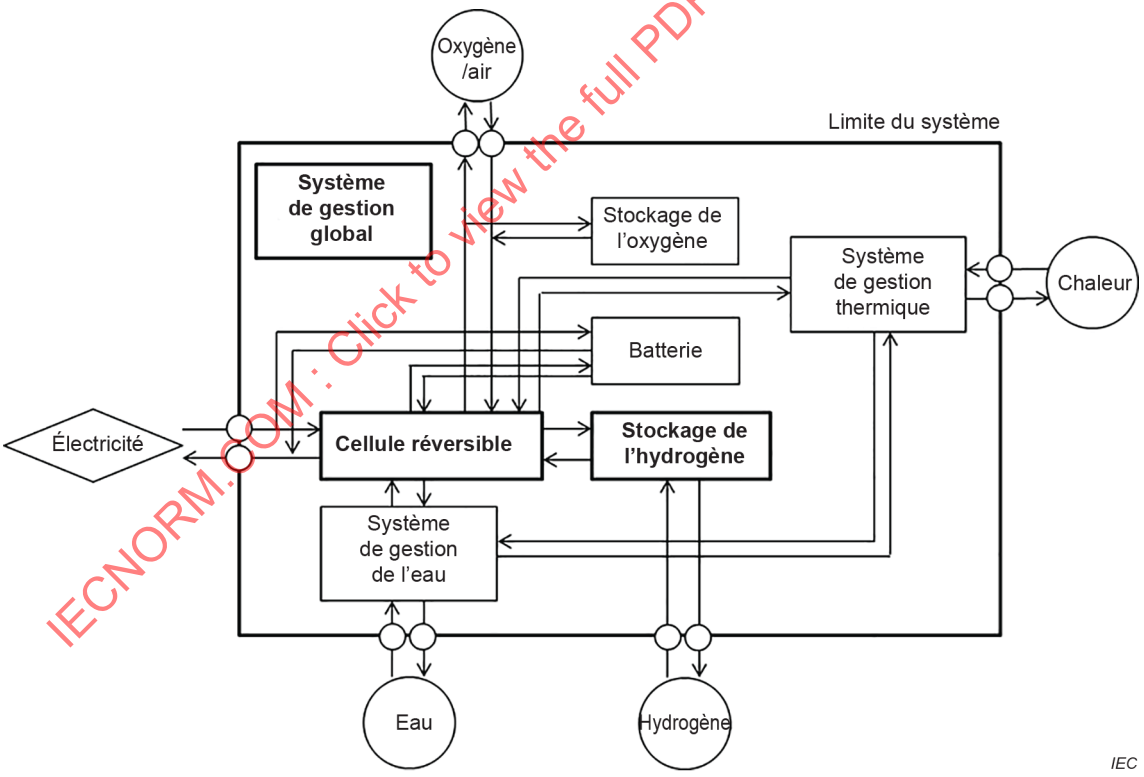


Figure 2 – Configuration d'un système de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène – Type de système avec cellule réversible

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

2 Références normatives

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

IEC 61427-1, *Accumulateurs pour le stockage de l'énergie renouvelable – Exigences générales et méthodes d'essais – Partie 1: Applications photovoltaïques hors réseaux*

IEC 61427-2, *Accumulateurs pour le stockage de l'énergie renouvelable – Exigences générales et méthodes d'essais – Partie 2: Applications en réseau*

IEC 62282-3-200, *Technologies des piles à combustible – Partie 3-200: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Méthodes d'essai des performances*

IEC 62282-3-201, *Technologies des piles à combustible – Partie 3-201: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Méthodes d'essai des performances pour petits systèmes à piles à combustible*

IEC 62282-8-101, *Technologies des piles à combustible – Partie 8-101: Système de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Procédures d'essai pour les cellules élémentaires à oxyde solide et performance des piles comprenant le fonctionnement réversible*

IEC 62282-8-102, *Technologies des piles à combustible – Partie 8-102: Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Procédures d'essai pour les cellules élémentaires à membrane échangeuse de protons et performance des piles comprenant le fonctionnement régénératif*

IEC 62933-2-1:2017, *Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) – Partie 2-1: Paramètres unitaires et méthodes d'essai – Spécifications générales*

Guide ISO/IEC 98-3:2008, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

ISO 3746, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant*

ISO 4064-1, *Compteurs d'eau potable froide et d'eau chaude – Partie 1: Exigences métrologiques et techniques*

ISO 4064-2, *Compteurs d'eau potable froide et d'eau chaude – Partie 2: Méthodes d'essai*

ISO 7888, *Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique*

ISO 9614-1, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 1: Mesurages par points*

ISO 11204, *Acoustique – Bruit émis par les machines et équipements – Détermination des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées en appliquant des corrections d'environnement exactes*

ISO 16111, *Transportable gas storage devices – Hydrogen absorbed in reversible metal hydride* (disponible en anglais seulement)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

ISO 19880-1, *Gaseous hydrogen – Fuelling stations – Part 1: General requirements* (disponible en anglais seulement)

ISO 19881, *Gaseous hydrogen – Land vehicle fuel containers* (disponible en anglais seulement)

ISO 19882, *Gaseous hydrogen – Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle fuel containers* (disponible en anglais seulement)

ISO 19884, *Hydrogène gazeux – Bouteilles et tubes pour stockage stationnaire*

ISO 22734-1, *Générateurs d'hydrogène utilisant le procédé d'électrolyse de l'eau – Partie 1: Applications industrielles et commerciales*

ISO 22734-2, *Hydrogen generators using water electrolysis process – Part 2: Residential applications* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

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

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

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

3.1.1
stockage de l'énergie électrique
EES
installation capable de stocker l'énergie électrique ou qui la convertit en une autre forme d'énergie et inversement, tout en la stockant

Note 1 à l'article: Le terme EES peut également être utilisé pour indiquer l'activité d'un appareil, décrit dans la définition, lors de l'exécution de sa propre fonctionnalité.

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "EES" est dérivé du terme anglais développé correspondant "electric energy storage".

[SOURCE: IEC 62933-1:2018, 3.1, modifié – Définition revue, exemple et note 2 supprimés.]

3.1.2
système de stockage de l'énergie électrique
système EES
installation avec des limites électriques définies, comportant au moins un EES, dont le but est d'extraire l'énergie électrique d'un réseau d'énergie électrique, de stocker cette énergie d'une certaine manière et d'injecter l'énergie électrique dans un réseau d'énergie électrique, et qui inclut des équipements de génie civil, de conversion de l'énergie ainsi que des équipements auxiliaires associés

Note 1 à l'article: Le système EES est commandé et coordonné dans le but de fournir des services aux opérateurs de réseaux d'énergie électrique ou aux utilisateurs de ces réseaux.

Note 2 à l'article: Dans certains cas, un système EES peut exiger une source d'énergie supplémentaire durant sa décharge, fournissant plus d'énergie au réseau d'énergie électrique que l'énergie emmagasinée.

Note 3 à l'article: Le terme abrégé "EES" est dérivé du terme anglais développé correspondant "electric energy storage".

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

[SOURCE: IEC 62933-1:2018, 3.2, modifié – Les expressions "connectée au réseau" et "en interne" supprimées, expression "dont le but est d'extraire" ajoutée, et note 3 supprimée.]

3.1.3
système EES utilisant de l'hydrogène
système EES comportant au moins un EES utilisant de l'hydrogène, dont le but est d'extraire l'énergie électrique d'un réseau d'énergie électrique, de stocker cette énergie sous forme d'hydrogène et d'injecter l'énergie électrique dans un réseau d'énergie électrique, en utilisant l'hydrogène comme combustible

Note 1 à l'article: L'Article 1 fait référence aux configurations conceptuelles du système EES utilisant de l'hydrogène.

3.1.4
batterie
dispositif de stockage de l'électricité intégrant des fonctions de charge et de décharge de l'électricité

Note 1 à l'article: Ces fonctions permettent typiquement d'absorber l'électricité fournie à fluctuation de courte durée combinée au stockage de l'hydrogène d'un système EES utilisant de l'hydrogène.

3.1.5
électrolyseur
dispositif électrochimique qui convertit l'eau/vapeur en hydrogène et oxygène par réaction électrolytique

Note 1 à l'article: Les dispositifs électrochimiques comprennent le dispositif d'électrolyse alcaline de l'eau, le dispositif d'électrolyse à électrolyte polymère de l'eau, le dispositif à pile d'électrolyse à oxyde solide, et d'autres dispositifs de type analogue.

3.1.6
environnement
milieu comportant un système EES utilisant de l'hydrogène, et incluant l'air, l'eau, la terre, les ressources naturelles, la flore, la faune, les êtres humains et leur interrelation

3.1.7
pile à combustible
dispositif électrochimique qui convertit l'énergie chimique d'un combustible et d'un oxydant en énergie électrique (puissance continue), en chaleur et en produits de réaction

Note 1 à l'article: Le combustible et l'oxydant sont généralement stockés en dehors de la pile à combustible et transférés dans celle-ci lorsqu'ils sont consommés.

[SOURCE: IEC 60050-485:—, 485-08-01]

3.1.8
système de gestion thermique
sous-système du système EES utilisant de l'hydrogène destiné à contrôler le stockage de l'énergie, les débits dans le système et les POC (si nécessaire)

Note 1 à l'article: La chaleur est généralement utilisée entre les divers équipements propres aux systèmes. Exemple d'utilisation mutuelle de la chaleur: acheminement de la chaleur de la pile à combustible par réaction exothermique vers une cellule d'électrolyse, notamment une cellule d'électrolyse à oxyde solide pour la consommation endothermique.

3.1.9
stockage de l'hydrogène
composant du système EES utilisant de l'hydrogène, utilisé pour le stockage de l'hydrogène produit par électrolyse de l'eau/vapeur dans le système ou fourni à celui-ci

Note 1 à l'article: Il existe plusieurs types d'équipements de stockage de l'hydrogène selon les principes de stockage de ce gaz. Ces types concernent les gaz, liquides, alliages d'absorption de l'hydrogène (hydrogène absorbé dans un hybride métallique réversible) ou hydrides non métalliques à haute/basse pression, et autres.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

3.1.10
conditions aux limites de fonctionnement
conditions à ne pas dépasser pour le fonctionnement normal et en toute sécurité du système

Note 1 à l'article: Elles sont recommandées par le fabricant du système compte tenu des caractéristiques du système.

3.1.11
énergie électrique nette de sortie
énergie électrique utilisable produite par le système EES utilisant de l'hydrogène, capable de servir aux besoins de l'utilisateur, à l'exclusion de la dissipation d'énergie électrique interne et externe du système

Note 1 à l'article: La dissipation d'énergie électrique interne et externe du système est généralement la perte d'énergie électrique due aux manœuvres et raccordements des équipements.

Note 2 à l'article: L'énergie électrique nette de sortie correspond à la différence entre les énergies électriques de sortie et les énergies électriques d'entrée à tous les points de connexion (POC - points of connection).

3.1.12
puissance électrique nette
puissance de sortie du système de stockage de l'énergie électrique, disponible pour une utilisation externe

Note 1 à l'article: La puissance électrique nette de sortie correspond à la différence entre les puissances électriques de sortie et les puissances électriques d'entrée à tous les POC.

3.1.13
conditions de fonctionnement
conditions dans lesquelles fonctionne le système soumis à l'essai, plus spécifiquement chaque équipement du système soumis à l'essai, ainsi que les conditions physiques telles que la plage des températures ambiantes, la pression, les niveaux de rayonnement, l'humidité et l'atmosphère

3.1.14
état de fonctionnement
état auquel le système soumis à l'essai, plus spécifiquement chaque équipement du système soumis à l'essai, fonctionne dans les conditions spécifiées

3.1.15
système de gestion global
sous-système du système EES utilisant de l'hydrogène, qui permet la surveillance et la commande dudit système, par l'application de tous les équipements et l'exécution de toutes les fonctions d'acquisition, traitement, transmission et affichage des informations de processus nécessaires

Note 1 à l'article: Le système de gestion global comprend également une disposition du matériel, des logiciels et des supports de propagation permettant d'assurer le transfert de messages d'un composant/sous-système du système EES utilisant de l'hydrogène à un autre, y compris l'interface de données à liaisons externes.

Note 2 à l'article: Généralement, le sous-système de commande peut être raccordé au POC primaire (pour l'échange de données simplement) et peut comprendre le sous-système de communication et le sous-système de protection.

Note 3 à l'article: Le sous-système de protection comprend un ou plusieurs équipements de protection, transformateurs d'instruments, transducteurs, câblages, circuits de déclenchement et sources d'alimentation auxiliaires. Selon le ou les principes du système de protection, le sous-système de protection peut comprendre une ou toutes les extrémités de la section protégée et, éventuellement, un dispositif automatique de réenclenchement.

3.1.16
stockage de l'oxygène
composant du système EES utilisant de l'hydrogène, utilisé pour le stockage de l'oxygène produit par électrolyse de l'eau/vapeur dans le système (ou fourni à celui-ci)

Note 1 à l'article: Le stockage de l'oxygène comporte des équipements, si nécessaire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

3.1.17
point de connexion
POC
point auquel un système EES utilisant de l'hydrogène est raccordé à une source d'alimentation/extraction extérieure au système

Note 1 à l'article: Généralement, les POC sont des points de connexion de l'électricité, la chaleur, l'eau, l'hydrogène et l'oxygène/air. La Figure 1 et la Figure 2 les présentent sous la forme de cercles ouverts au niveau des limites du système (carré à traits pleins épais).

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "POC" est dérivé du terme anglais développé correspondant "point of connection".

3.1.18
état de repos
état de fonctionnement du système EES dans lequel celui-ci est chargé, en totalité ou en partie, aucune décharge intentionnelle de l'énergie stockée ne se produisant par ailleurs

3.1.19
taux de perte à l'état de repos
somme du taux de perte énergétique et du taux de consommation énergétique du système EES à l'état de repos

3.1.20
conditions de fonctionnement assignées
conditions appliquées pour un fonctionnement normal des équipements et/ou du système

Note 1 à l'article: Ces conditions sont recommandées par les fabricants des équipements et/ou du système compte tenu des caractéristiques respectives de ces derniers.

3.1.21
conditions d'entrée assignées
conditions définies par le fabricant, auxquelles le système soumis à l'essai absorbe la puissance électrique d'entrée au POC

3.1.22
conditions de sortie assignées
conditions définies par le fabricant, auxquelles le système soumis à l'essai fournit la puissance électrique de sortie au POC

3.1.23
conditions d'essai assignées
conditions aux limites spécifiques de fonctionnement du système soumis à l'essai

Note 1 à l'article: Ces conditions doivent être convenues entre le fabricant du système et le client.

3.1.24
cellule réversible
dispositif électrochimique capable de fonctionner en qualité de pile à combustible ou d'électrolyseur de manière alternative

Note 1 à l'article: Le terme "réversible" dans ce contexte ne fait pas référence au principe thermodynamique d'un procédé théorique

3.1.25
rendement électrique aller-retour
énergie électrique déchargée mesurée au niveau du point de connexion (POC) primaire, divisée par l'énergie électrique absorbée, mesurée au niveau de tous les POC (primaires et auxiliaires), sur un cycle de charge/décharge normal d'un système EES dans les conditions de fonctionnement spécifiées

Note 1 à l'article: Le rendement est généralement exprimé en pourcentage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

3.1.26
historique de fonctionnement
registre des conditions de fonctionnement du système

3.1.27
temps de commutation
durée exigée pour la commutation d'un système EES utilisant de l'hydrogène d'une phase de charge spécifiée à une phase de décharge spécifiée ou inversement

Note 1 à l'article: Ce temps de commutation peut être important dans le cas où l'entretien du réseau doit être effectué avec le système. Le temps de commutation comprend la durée exigée pour passer d'un point de fonctionnement en mode charge ou décharge à l'état de repos, la purge des conduites de gaz le cas échéant, le réglage des composants auxiliaires (soupapes, éléments chauffants, compresseurs, etc.) le cas échéant, et pour passer à un point de fonctionnement dans la phase opposée (décharge ou charge).

3.1.28
état d'essai
état du système soumis à l'essai conforme à l'objectif de l'évaluation

Note 1 à l'article: L'état d'essai désigne plus précisément l'état de fonctionnement spécifique des équipements du système soumis à l'essai.

3.1.29
système soumis à l'essai
système défini par ses limites par rapport à l'environnement, conforme à l'objectif de l'évaluation

3.1.30
système de gestion de l'eau
sous-système du système EES utilisant de l'hydrogène, destiné à contrôler les débits d'eau et/ou de vapeur dans le système

Note 1 à l'article: Le système de gestion de l'eau comprend les mécanismes de contrôle de l'entrée d'eau, ainsi que de son transport, sa purification (le cas échéant) et sa vidange.

3.2 Symboles

Les symboles et leurs significations utilisés dans le présent document sont donnés dans le Tableau 1, avec les unités appropriées.

Tableau 1 – Symboles

Symbole	Définition	Unité	Équation
k	Facteur d'élargissement		
n	Nombre de mesures jusqu'à la fin de la décharge		en (3)
P_{el}	Puissance active au POC	W	en (2)
$P_{el,loss}$	Taux de perte à l'état de repos	W	en (5)
$P_{el,out}$	Puissance électrique nette de sortie	W	en (3)
dP/dt	Taux de rampe	W/s	en (2)
t_0	Moment auquel le système au repos reçoit la valeur du point de consigne		en (1)
t_1	Moment auquel la puissance active au POC devient inférieure à 90% pour un état négatif ou supérieure à 10% pour un état positif du point de consigne		en (2)
t_2	Moment auquel la puissance active au POC devient inférieure à 10 % pour un état négatif ou supérieure à 90 % pour un état positif du point de consigne.		en (2)
t_3	Moment auquel la puissance active au POC atteint la valeur du point de consigne ± 2 %		en (1)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

Symbole	Définition	Unité	Équation
t_{loss}	Temps de mesure de l'autodécharge	h	en (5)
t_{so}	Temps de commutation	s	
t_{sr}	Temps de réponse à un échelon	s	en (1)
W_{el}	Capacité de stockage de l'énergie électrique	Wh	en (3)
$W_{el,in}$	Énergie électrique d'entrée	Wh	en (4), (5)
$W_{el,out}$	Énergie électrique nette de sortie	Wh	en (3)
Δt	Temps d'échantillonnage de la mesure	h	en (3)
η_{el}	Rendement électrique aller-retour	%	en (4)

4 Instruments et méthodes de mesure

4.1 Généralités

Pour la mesure de certaines propriétés du système soumis à l'essai, la configuration de ses composants et les conditions aux limites par rapport à l'environnement doivent être déterminées en premier lieu.

Une définition claire du système soumis à l'essai exige une attention particulière. Les composants du système soumis à l'essai et les conditions de l'environnement d'essai à tous les points de connexion (POC) doivent être définis. L'apport/production d'électricité, la chaleur, l'eau, l'hydrogène et l'oxygène/air constituent des POC. Les conditions aux limites applicables à tous les POC doivent être définies.

L'état d'essai du système doit ensuite être défini. L'état d'essai du système désigne les niveaux de fonctionnement par comparaison avec la capacité maximale du système ou de l'un de ses composants au moment de la réalisation de l'essai.

Les conditions de fonctionnement applicables à l'essai doivent ensuite être définies. Ces conditions doivent être convenues entre le fabricant du système et le client.

Il est indispensable de noter que l'historique de fonctionnement et la durée réelle de fonctionnement du système affectent l'évaluation des valeurs des performances du système. Les durées de fonctionnement doivent être relevées au cours de la réalisation des essais. Ces durées constituent les temps d'entrée et de sortie électriques, la durée de repos en entrée et en sortie et des schémas de combinaison de ces paramètres. De plus, l'historique des durées de fonctionnement du système avant la réalisation de l'essai doit être également consigné dans un rapport.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

4.2 Incertitude des instruments

L'incertitude élargie de chaque instrument de mesure (facteur d'élargissement k = 2) au moment de l'étalonnage, ou l'incertitude estimée à partir de la classe d'instrument doit satisfaire aux exigences suivantes:

– puissance: ±2 % de la lecture
– température ambiante: ±1 K
– pression ambiante: ±0,1 kPa;
– humidité ambiante: ±1 % (absolue).

Les instruments qui satisfont aux exigences ci-dessus doivent être utilisés. Le guide ISO/IEC 98-3 doit s'appliquer.

4.3 Plan de mesure

La configuration des composants, les conditions aux limites par rapport à l'environnement du système soumis à l'essai et l'état d'essai doivent être clairement définis. L'état d'essai doit être pris en compte selon l'application et l'utilisation. De même il convient que les phases d'essai, qui comprennent la charge, le stockage et la décharge illustrés à la Figure 3, soient prises en considération.

Les conditions assignées et les conditions aux limites de fonctionnement applicables au système soumis à l'essai font l'objet d'une confirmation entre le fabricant du système et le client. Les spécifications des fabricants des composants doivent permettre d'établir les conditions assignées et les conditions aux limites de fonctionnement applicables à chaque composant.

La séquence des mesurages doit ensuite être planifiée. Des propriétés spécifiques de certains composants doivent être prises en compte en fonction des conditions et/ou paramètres des conditions applicables à d'autres composants. Par exemple, l'état de fonctionnement de la capacité de stockage de l'hydrogène se rapporte aux paramètres des conditions de fonctionnement de l'électrolyseur. Il convient également d'accorder une attention particulière au fait que certaines propriétés peuvent varier de manière considérable au cours du mesurage. Par exemple, la puissance électrique d'entrée peut varier au cours de la phase de charge. L'état d'essai doit être clairement défini et les variations de propriétés au cours du mesurage doivent être identifiées. Pour l'établissement des méthodes et instruments de mesure, l'incertitude des instruments et la variation admissible doivent être vérifiées et consignées dans un rapport. Les règlements associés doivent être pris en compte. Le Tableau 2 récapitule les étapes exigées préalables au mesurage.

Le mesurage de vérification par essai des performances du système est effectué après confirmation du fonctionnement du système dans des conditions d'état d'essai.

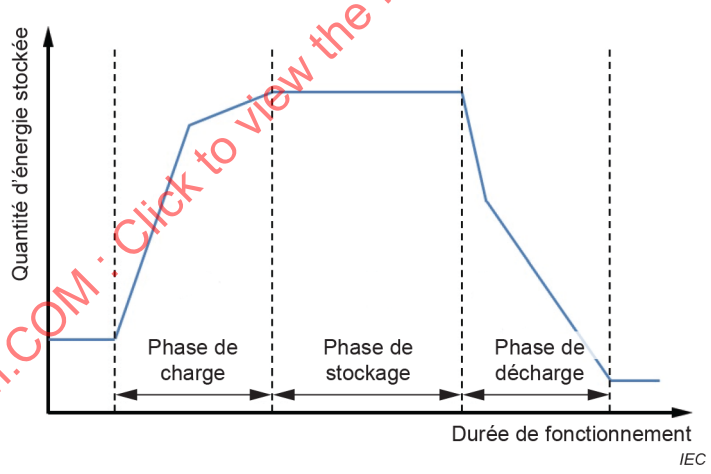


Figure 3 – Séquence typique de phases pendant le fonctionnement du système

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

Tableau 2 – Étapes exigées préalables au mesurage

Étape	Exigences	Remarques
1	Indiquer la configuration des composants du système.	
2	Définir les limites du système.	Les conditions ambiantes doivent être définies.
3	Indiquer l'état de fonctionnement initial du système.	L'historique du fonctionnement du système doit être consigné dans un rapport.
4	Confirmer les conditions assignées et les conditions aux limites de fonctionnement applicables au système.	Les conditions assignées et les conditions aux limites de fonctionnement applicables au système doivent faire l'objet d'une confirmation entre le fabricant du système et le client.
5	Définir les essais à réaliser.	L'interaction mutuelle des composants du système doit être prise en compte.
6	Définir les méthodes de mesure et configurer les instruments.	L'incertitude des instruments et la variation admissible doivent être vérifiées et consignées dans un rapport. Des mesures de sécurité doivent être prises.
7	Effectuer le mesurage.	

4.4 Conditions d'environnement

Les conditions d'environnement de référence doivent être les conditions d'environnement normales telles que décrites dans l'IEC 62933-2-1.

La température de l'air, l'humidité relative et la pression doivent être mesurées comme conditions ambiantes. Des éléments supplémentaires doivent être enregistrés si nécessaire. Dans le cas d'une installation en extérieur, les informations concernant la gelée blanche, la rosée, la pluie, la neige et le rayonnement solaire doivent être enregistrées.

Lorsque le système est destiné à être utilisé dans des conditions différentes des conditions d'environnement de référence, un accord est nécessaire entre le fabricant du système et le client. Dans ce type de cas, le fabricant du système et le client doivent prendre en compte les conditions ambiantes appropriées applicables à l'essai.

Lorsque cela est exigé, le système peut également être soumis à l'essai dans les conditions d'environnement les plus extrêmes. Dans ce cas, le fabricant du système doit assurer ces conditions.

4.5 Variation maximale admissible des conditions de fonctionnement d'essai

La variation tolérable de chaque paramètre de fonctionnement dans le système d'essai doit s'inscrire dans la plage suivante:

– puissance: ±5 % par rapport au point de consigne;
– température ambiante: ±5 K.

5 Paramètres du système

5.1 Généralités

Les paramètres suivants doivent être définis comme les paramètres de base communs pour garantir la capacité et les performances d'un système EES utilisant de l'hydrogène:

- capacité de stockage de l'énergie électrique;
- puissance électrique d'entrée assignée;

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

- puissance électrique nette de sortie assignée;
- rendement électrique aller-retour.

De plus, les paramètres suivants doivent être définis lorsque cela est exigé:

- réponse du système (temps de réponse à un échelon et taux de rampe);
- temps de commutation minimal;
- taux de perte à l'état de repos;
- puissance thermique d'entrée et de sortie;
- niveau de bruit acoustique;
- distorsion harmonique totale;
- qualité de l'eau d'écoulement;
- performances de l'électrolyseur;
- performances de stockage de l'hydrogène;
- performances des piles à combustible;
- performances du système de gestion de l'eau;
- performances des batteries;
- performances de stockage de l'oxygène.

5.2 Capacité de stockage de l'énergie électrique

La capacité de stockage de l'énergie électrique correspond à l'énergie électrique qui peut être extraite du système au POC dans les conditions d'environnement de référence telles que définies en 4.4. L'évaluation de la capacité de stockage de l'énergie électrique doit tenir compte des pertes d'énergie. La capacité de stockage de l'énergie électrique correspond à l'énergie électrique déchargée entre l'état de charge complète et l'état de décharge complète du système dans les conditions de sortie assignées. Les conditions de sortie assignées comprennent les taux d'entrée et taux de sortie relatifs à la puissance électrique nette, à la chaleur, à l'eau, au débit d'hydrogène et au débit d'oxygène/air. Ces conditions doivent être convenues entre le fabricant du système et le client.

Le système peut contenir plusieurs types de stockage des sources d'énergie autres que l'électricité et l'hydrogène, tels que la chaleur et l'oxygène. Dans ce type de cas, il est recommandé de consigner séparément dans un rapport chaque propriété des composants associée aux types de stockage des sources d'énergie, cette propriété s'ajoutant à la capacité de stockage de l'énergie électrique du système.

5.3 Puissance électrique d'entrée assignée

La puissance électrique d'entrée assignée correspond à la valeur de puissance que le système soumis à l'essai peut absorber pendant une durée spécifiée au POC dans les conditions d'environnement de référence définies en 4.4. La puissance électrique d'entrée assignée doit être définie conjointement avec la durée d'entrée applicable. La puissance électrique d'entrée assignée et la durée d'entrée applicable, ainsi que les conditions comprenant les taux d'entrée et taux de sortie relatifs à la chaleur, au débit d'eau et au débit d'oxygène/air, doivent être convenues entre le fabricant du système et le client.

Dans le cas où le système comporte deux POC ou plus dédiés à la puissance électrique d'entrée, la puissance électrique d'entrée assignée est calculée à partir du nombre total de mesurages concomitants de toutes les puissances électriques d'entrée au POC. Le système contient généralement les puissances électriques d'entrée de l'électrolyseur ou une cellule réversible, une batterie et d'autres composants à fonctionnement électrique.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

5.4 Puissance électrique nette de sortie assignée

La puissance électrique nette de sortie assignée correspond à la valeur de puissance nette que le système soumis à l'essai peut fournir pendant une durée spécifiée au POC dans les conditions d'environnement de référence définies en 4.4. La puissance électrique nette de sortie assignée doit être définie conjointement avec la durée de sortie applicable. La puissance électrique d'entrée assignée et la durée d'entrée applicable, ainsi que les conditions comprenant les taux d'entrée et taux de sortie relatifs à la chaleur, au débit d'eau et au débit d'oxygène/air, doivent être convenues entre le fabricant du système et le client.

Dans le cas où le système comporte deux POC électriques ou plus, la puissance électrique nette de sortie assignée est calculée à partir de la différence des puissances électriques d'entrée et de sortie mesurées à tous les POC. Le système contient généralement les connexions de puissance électrique de la pile à combustible ou de la cellule réversible et de la batterie.

5.5 Rendement électrique aller-retour

Le rendement électrique aller-retour (η_{el}) correspond au rapport de l'énergie électrique nette de sortie ($W_{el,out}$) et de l'énergie électrique d'entrée ($W_{el,in}$) du système pour un cycle de charge/décharge dont le niveau de stockage de l'énergie est identique au début et à la fin du mesurage.

Les conditions aux limites d'une entrée et d'une sortie électriques sont définies. L'état d'essai est défini. Les conditions de fonctionnement applicables à l'essai sont déterminées. Elles comprennent les taux d'entrée et de sortie relatifs à la puissance électrique nette, ainsi qu'à la chaleur, au débit d'eau, au débit d'oxygène/air, de même que les niveaux de stockage de l'énergie électrique et d'une source d'énergie autre que l'électricité. Ces conditions doivent être convenues entre le fabricant du système et le client. Ces éléments doivent être consignés dans un rapport avec les résultats de mesure.

Le rendement électrique aller-retour est mesuré sur un cycle de charge/décharge pour les niveaux de stockage de l'énergie définis en utilisant les taux d'entrée et de sortie spécifiés relatifs à la puissance électrique nette, ainsi qu'à la chaleur, au débit d'eau et au débit d'oxygène/air. Le niveau de charge et les conditions de fonctionnement du système EES soumis à l'essai doivent être identiques avant le cycle de charge/décharge et à la fin dudit cycle.

Le rendement électrique aller-retour peut être affecté par les niveaux de stockage de l'énergie, les taux d'entrée et de sortie nets de puissance électrique, la consommation d'énergie électrique due au fonctionnement du système, les conditions de fonctionnement applicables aux composants associés à une source d'énergie autre que l'électricité, ainsi que par les conditions d'environnement de référence.

5.6 Réponse du système (temps de réponse à un échelon et taux de rampe)

5.6.1 Temps de réponse à un échelon

Le temps de réponse à un échelon du système correspond à la durée de l'intervalle entre l'instant t_0 auquel le système, en mode repos, reçoit le point de consigne et l'instant t_3 auquel la puissance active au POC atteint le point de consigne (à ± 2 %) comme représenté à la Figure 4

Une définition détaillée doit être convenue entre le fabricant du système et le client. Le point de consigne de référence permettant de définir le temps de réponse à un échelon correspond à la puissance d'entrée/sortie assignée.

$$t_{sr} = t_3 - t_0 \quad (1)$$

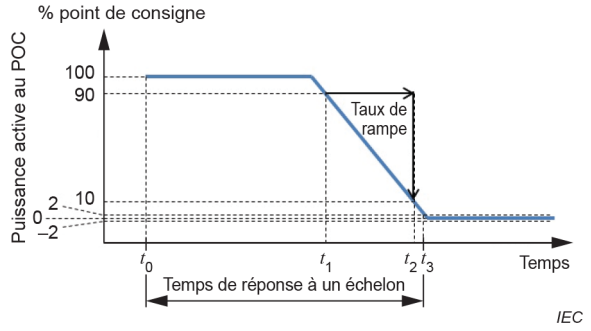
où

t_{sr} est le temps de réponse à un échelon (s);

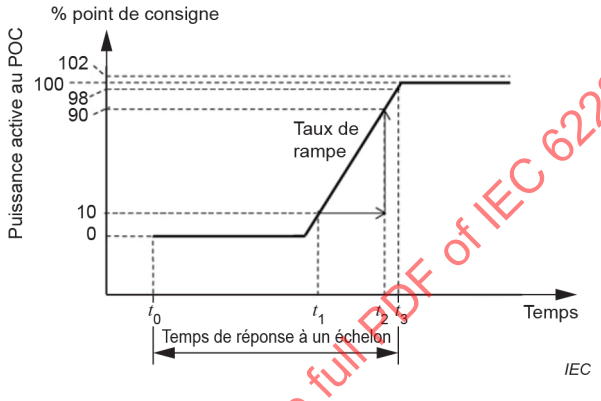
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

t_0 est le moment auquel le système au repos reçoit la valeur du point de consigne;

t_3 est le moment auquel la puissance active au POC atteint le point de consigne (à ±2 %).



a) Taux de rampe négatif



b) Taux de rampe positif

NOTE La figure est extraite de l'IEC 62933-2-1:2017, Figure 5 et a été modifiée.

Figure 4 – Temps de réponse à un échelon et taux de rampe d'un système EES

5.6.2 Taux de rampe

Le taux de rampe du système correspond au taux moyen de variation de la puissance active par unité de temps entre t_2 et t_1 comme représenté à la Figure 4 a) pour un taux de rampe négatif et Figure 4 b) pour un taux de rampe positif. Pour l'état négatif (positif), t_1 est le moment auquel la puissance active au POC devient inférieure à 90 % (supérieure à 10 %) de la valeur du point de consigne et t_2 est le moment auquel la puissance active au POC devient inférieure à 10 % (supérieure à 90 %) de la valeur du point de consigne. Le point de consigne de référence permettant de définir le taux de rampe correspond à la puissance d'entrée/sortie assignée. Dans le cas d'une caractéristique non linéaire ou d'un comportement de transition lors de la modification du mode, par exemple, charge – décharge – charge, la définition du taux de rampe doit être convenue entre le fabricant du système et le client.

$$\mathrm{d}P / \mathrm{d}t = \frac{P_{\mathrm{el}}(t_2) - P_{\mathrm{el}}(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

où

$\mathrm{d}P/\mathrm{d}t$ est le taux de rampe (W/s);

t_1 est le moment auquel la puissance active au POC devient inférieure à 90 % (taux de rampe négatif) ou supérieure à 10 % (taux de rampe positif) de la valeur du point de consigne;

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

t_2 est le moment auquel la puissance active au POC devient inférieure à 10 % (taux de rampe négatif) ou supérieure à 90 % (taux de rampe positif) de la valeur du point de consigne;

$P_{el}(t_1)$ est la puissance active au POC au temps t_1;

$P_{el}(t_2)$ est la puissance active au POC au temps t_2.

5.7 Temps de commutation minimal

Le temps de commutation minimal correspond au temps minimal exigé pour la commutation des conditions de fonctionnement du système soumis à l'essai d'une phase de charge spécifiée à une phase de décharge spécifiée ou inversement. Ce temps de commutation comprend la durée nécessaire pour passer d'une phase de charge ou de décharge spécifiée à une phase OCV (tension en circuit ouvert), de la purge des conduites de gaz le cas échéant, du réglage des composants auxiliaires et passer à la phase de fonctionnement spécifiée opposée. Les temps de commutation entre la phase de charge et de décharge et inversement peuvent être différents, de telle sorte que les deux valeurs doivent être consignées dans un rapport. Les phases de charge et de décharge applicables à l'essai (par exemple, 80 % des taux de puissance nominale d'entrée et de sortie) doivent être convenues entre le fabricant du système et le client.

5.8 Taux de perte à l'état de repos

Le taux de perte à l'état de repos du système EES correspond à la somme du taux de perte énergétique et du taux de consommation énergétique dudit système à l'état de repos, qui constitue généralement la phase entre le fonctionnement en charge et le fonctionnement en décharge. Le temps de mesure du taux de perte à l'état de repos doit être d'une heure, un jour ou une semaine ou le temps convenu entre le fabricant du système et le client. La consommation énergétique de tout fonctionnement auxiliaire dans les limites du système doit être incluse.

5.9 Débit thermique

Le débit thermique correspond à la puissance thermique absorbée par le système soumis à l'essai en fonctionnement dans les différentes phases correspondantes (charge, stockage, décharge). La chaleur fournie alimente le système au POC par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur (par exemple, air, eau, vapeur).

En présence de deux POC ou plus dédiés à la chaleur fournie, le débit thermique est calculé à partir du nombre total de mesurages concomitants de tous les débits thermiques au POC.

5.10 Débit de chaleur produite récupérée

Le débit de chaleur produite récupérée correspond à la puissance thermique de sortie utilisable, récupérée par le système soumis à l'essai en fonctionnement dans les différentes phases correspondantes (charge, stockage, décharge). La chaleur produite récupérée est dissipée au POC par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur (généralement de l'eau). Le débit de chaleur produite récupérée ne comprend pas les pertes de chaleur résiduelle, par exemple, dues au refroidissement des composants du système.

5.11 Niveau du bruit acoustique

Le niveau de bruit acoustique correspond au niveau de bruit acoustique total, y compris toutes les sources de bruit du système EES. Ce niveau de bruit doit être mesuré dans les états de fonctionnement assignés et/ou les états convenus entre le fabricant du système et le client.

5.12 Distorsion harmonique totale

La distorsion harmonique totale correspond à la distorsion harmonique globale du système EES. Ce niveau de bruit doit être mesuré dans les états de fonctionnement assignés et/ou les états convenus entre le fabricant du système et le client.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020

5.13 Qualité de l'eau d'écoulement

Toutes les sources d'eau d'écoulement du système EES sont traitées. La qualité de l'eau d'écoulement doit être mesurée dans les états de fonctionnement assignés et/ou les états convenus entre le fabricant du système et le client.

6 Méthodes et procédures d'essai

6.1 Généralités

Les paramètres du système décrits à l'Article 5 et les performances des composants doivent être consignés dans un rapport de manière sélective selon l'objet de l'essai des performances.

Les paramètres énumérés de 5.2 à 5.5 constituent les indicateurs des performances primaires du système EES utilisant de l'hydrogène. Ils sont mesurés dans les conditions d'essai assignées ou autres conditions de fonctionnement dans les conditions aux limites de fonctionnement. Ces conditions d'essai doivent être convenues entre le fabricant du système et le client.

Les autres paramètres énumérés à l'Article 5 constituent les indicateurs des performances secondaires du système EES. Les conditions d'essai telles que spécifiées en 4.4 doivent être appliquées, sur la base d'un accord entre le fabricant du système et le client.

Les normes d'essai des performances appropriées applicables aux dispositifs de conversion de l'électricité et au système EES doivent être suivies selon le cas.

6.2 Essai de capacité de stockage de l'énergie électrique

La capacité de stockage de l'énergie électrique doit être soumise à l'essai dans des conditions d'entrée et de sortie assignées dans le cadre des conditions d'environnement de référence telles que spécifiées en 4.4, et lorsque cela est exigé, dans des conditions de fonctionnement supplémentaires différentes des conditions assignées. La capacité de stockage de l'énergie électrique doit être évaluée comme l'énergie électrique déchargée dans les conditions de sortie assignées et la durée de l'opération de sortie qui débute à partir de l'état de charge complète du système. Les valeurs de la puissance de sortie du système soumis à l'essai doivent être obtenues au POC au moyen, selon le cas, d'un wattmètre étalonné ou d'un ou de plusieurs voltmètres et ampèremètres étalonnés combinés. Le mesurage doit être effectué selon les trois étapes consécutives a) à c). L'Équation (3) ci-dessous doit permettre de calculer la capacité de stockage de l'énergie électrique.

a) Le système soumis à l'essai doit être déchargé selon le niveau minimal spécifié de stockage de l'énergie électrique conformément aux spécifications et instructions de fonctionnement du système.

b) Le système soumis à l'essai doit être chargé selon le niveau maximal spécifié de stockage de l'énergie électrique dans les conditions d'entrée assignées conformément aux spécifications et instructions de fonctionnement du système.

c) Le système soumis à l'essai doit être déchargé dans les conditions de sortie assignées conformément aux spécifications et instructions de fonctionnement du système. Le système doit être déchargé selon le niveau minimal spécifié de stockage de l'énergie électrique associé aux spécifications et instructions de fonctionnement du système. La puissance électrique nette de sortie dans la durée doit être mesurée et enregistrée.

L'Équation (3) suivante permet ensuite de calculer l'énergie électrique nette de sortie. La capacité de stockage de l'énergie électrique (W_{el}) est définie comme l'énergie électrique nette de sortie pendant cet essai ($W_{\mathrm{el,out}}$).

$$W_{\mathrm{el}} = W_{\mathrm{el,out}} = \sum_{i=1}^{n} P_{\mathrm{el,out}}\left(t_i\right) \times \Delta t \tag{3}$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-8-201:2020