

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Flow battery energy systems for stationary applications –
Part 2-1: Performance general requirements and test methods**

**Systèmes de production d'énergie à batteries d'accumulateurs à circulation
d'électrolyte pour les applications stationnaires –
Partie 2-1: Exigences générales de performances et méthodes d'essai**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Flow battery energy systems for stationary applications –
Part 2-1: Performance general requirements and test methods**

**Systèmes de production d'énergie à batteries d'accumulateurs à circulation
d'électrolyte pour les applications stationnaires –
Partie 2-1: Exigences générales de performances et méthodes d'essai**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.99

ISBN 978-2-8322-8537-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviated terms	6
3.1 Terms and definitions.....	6
3.2 Abbreviated terms.....	6
4 General requirements	7
5 General test conditions.....	7
5.1 Accuracy of measuring instruments.....	7
5.1.1 Voltage measurement.....	7
5.1.2 Current measurement.....	7
5.1.3 Electric energy measurement	7
5.1.4 Temperature measurement.....	7
5.1.5 Time measurement.....	7
5.2 Ambient temperature.....	7
5.3 Point of connection (POC) and point of measurement (POM)	8
5.4 Test object.....	9
5.5 Test object unit (TOU) selection.....	9
6 Test methods.....	9
6.1 Determination of energy at a constant power	9
6.1.1 General	9
6.1.2 Test procedures.....	9
6.2 Determination of maximum deliverable output power	10
6.2.1 General	10
6.2.2 Test procedures.....	10
6.3 Determination of maximum receivable input power.....	11
6.3.1 General	11
6.3.2 Test procedures.....	11
6.4 Determination of energy efficiency at a constant power level	12
6.4.1 General	12
6.4.2 Test procedures.....	12
6.5 Determination of cycle life.....	13
Annex A (informative) Testing of discharge power vs energy or energy efficiency	14
Figure 1 – Flow battery energy system.....	5
Figure 2 – POM/POC interconnection cases a), b), c)	8

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FLOW BATTERY ENERGY SYSTEMS FOR STATIONARY APPLICATIONS –**Part 2-1: Performance general requirements and test methods**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62932-2-1 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries, in collaboration with IEC technical committee 105: Fuel cell technologies.

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

FDIS	Report on voting
21/1028/FDIS	21/1036/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 62932 series, published under the general title *Flow battery energy systems for stationary applications*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62932-2-1:2020

INTRODUCTION

A flow battery system (FBS) can be utilized as a main part of a flow battery energy system (FBES). Such an FBES can consist of:

- a flow battery system,
- a power conversion system,
- other equipment and surroundings.

The FBES is connected to the external power input or output via a point of connection (POC).

This document includes the domain of the FBES, as shown in Figure 1. Auxiliary energy to the battery management system (BMS), battery support system (BSS), and power conversion system (PCS) may be supplied by one of the following:

- direct connection to the external power source;
- the internal power source of the FBES or FBS itself.

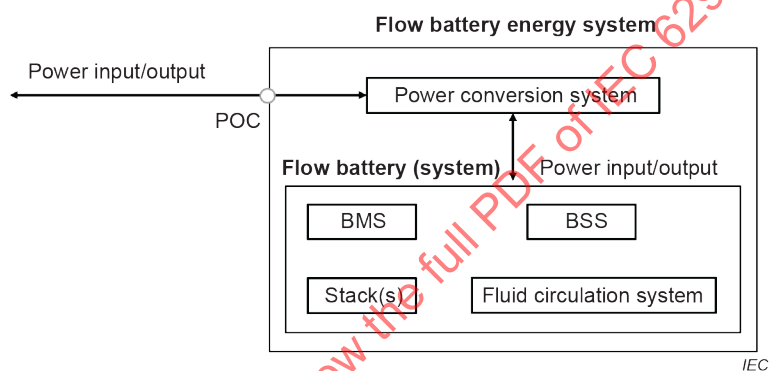


Figure 1 – Flow battery energy system

FLOW BATTERY ENERGY SYSTEMS FOR STATIONARY APPLICATIONS –

Part 2-1: Performance general requirements and test methods

1 Scope

This part of IEC 62932 specifies methods of test and requirements for the flow battery system (FBS) and the flow battery energy system (FBES) for the verification of their performances.

This document is applicable to FBES or FBS which are designed and used for service in stationary locations (i.e. not generally to be moved from place to place).

This document does not cover testing of the system for electromagnetic compatibility (EMC).

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

IEC 62932-2-2, *Flow battery energy systems for stationary applications – Part 2-2: Safety requirements*

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

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document the terms and definitions given in IEC 62932-1 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>.

3.2 Abbreviated terms

BMS	battery management system
BSS	battery support system
FBES	flow battery energy system
FBS	flow battery system
PCS	power conversion system
POC	point of connection
POM	point of measurement
TOU	test object unit

4 General requirements

The FBES or FBS shall be designed to withstand mechanical stresses, vibrations and shocks during transportation, handling and use.

The manufacturer shall provide documentation for transportation, installation, commissioning, operation, maintenance, and disposal of the FBES or FBS.

The FBES or FBS shall be characterized by appropriate performance parameters, including rated power, rated energy, rated energy efficiency, maximum output and input powers. More information, such as energy or energy efficiency at different power levels (see Annex A), will help the user know and use the FBES or FBS better.

Safety related requirements and methods of test shall be in accordance with IEC 62932-2-2.

5 General test conditions

5.1 Accuracy of measuring instruments

5.1.1 Voltage measurement

The instruments used shall be of an accuracy class equal to 1 % or better. The internal resistance of the voltmeter used shall be at least 1 k Ω /V.

5.1.2 Current measurement

The instruments used shall be of an accuracy class equal to 1 % or better.

Particular attention shall be given to the accuracy of DC and AC current measurement devices as any degraded accuracy or instability will negatively impact the precision of energy and efficiency determinations.

5.1.3 Electric energy measurement

The instruments used shall be of an accuracy class equal to 1 % or better.

Particular attention shall be given to the accuracy of DC and AC power and energy measurement devices as any degraded accuracy or instability will negatively impact the precision of energy and efficiency determinations.

5.1.4 Temperature measurement

The instruments used shall have a resolution of 0,5 K and the accuracy of the instruments shall be ± 1 K or better.

5.1.5 Time measurement

The instruments used shall have a resolution of 1 s and the accuracy of the instruments shall be 1 % of the measured time interval or better.

5.2 Ambient temperature

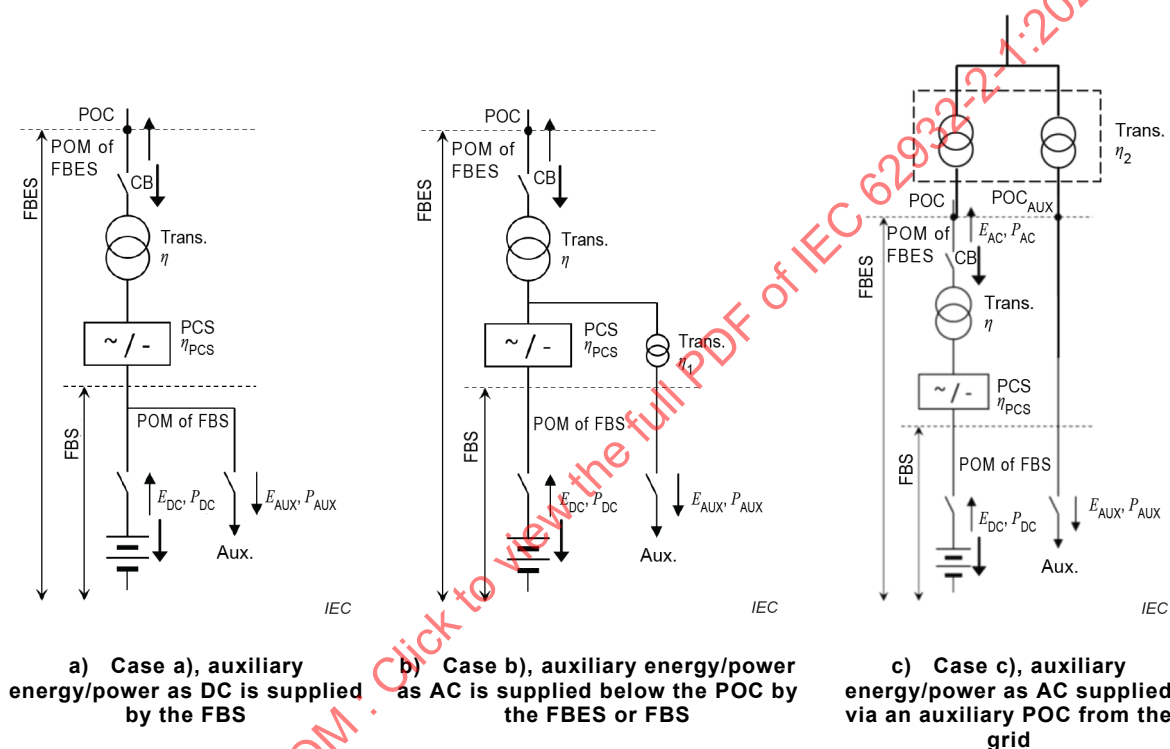
All tests of an FBES or FBS shall be carried out at an ambient temperature of 25 °C $\pm$ 5 K unless otherwise specified in a test clause or agreed by the manufacturer and user. The ambient temperature shall be measured and reported. The measuring instrument or probe shall be shielded from draught and radiant heating.

During a test, the FBES or FBS will operate spontaneously at a temperature different to the ambient one due to energy conversion inefficiencies, internal frictional or ohmic losses and similar.

For any test, the average ambient temperature and the temperature of the fluids entering the flow battery cell or stack shall be recorded and reported. The location of the fluid temperature probe shall be described.

5.3 Point of connection (POC) and point of measurement (POM)

The POC and POM shall be selected according to relevant examples and conditions a), b) or c) of Figure 2. The power and the energy value are to be measured at the corresponding POM of the FBS, FBES and the auxiliary equipment.



Key

P_{DC}	DC power entering or exiting the FBS (W)
E_{DC}	DC energy entering or exiting the FBS (Wh)
P_{AC}	AC power entering or exiting the FBES (W)
E_{AC}	AC energy entering or exiting the FBES (Wh)
P_{aux}	auxiliary power (W)
E_{aux}	auxiliary energy (Wh)
η and η_1	conversion efficiency of the transmitter in different positions. If there is no transmitter, the conversion efficiency value is 1
η_2	product of the conversion efficiencies of all the transmitters in the dashed wire frame in Figure 2 c). If there is no transmitter, the conversion efficiency value is 1
η_{PCS}	conversion efficiency of the PCS

Figure 2 – POM/POC interconnection cases a), b), c)

5.4 Test object

In the definition of the test object, the boundary shall physically cover or include the following:

- for the FBS: BMS, BSS, pumps;
- for the FBES: BMS, BSS, pumps, PCS;
- for the TOU: BMS, BSS, pumps, with or without PCS.

In an FBES or FBS or TOU, the auxiliary energy either at DC or AC level has to be taken into account.

To ensure transparency in data, the relevant and appropriate POM and POC as defined in Figure 2, conditions a), b) or c) shall be recorded and reported.

A schematic layout of the components forming the test units and their interconnection points shall accompany the test object description.

5.5 Test object unit (TOU) selection

- The FBES or FBS shall be tested in a defined layout.
- When due to test facility, costs or similar limitations this is not possible or desirable then a representative test object unit (TOU) shall be defined and tested instead.
- This test object unit (TOU) shall encompass all components as defined in the test boundary for an FBES or an FBS.
- These components shall be sized to match the TOU if needed or possible.
- The final assembly of the TOU shall faithfully represent the full-sized FBES or FBS so that the test data obtained therewith can be extrapolated to them.
- The tested FBS, FBES or TOU shall be fully described in the relevant test report.
- Auxiliary energy data shall be scaled to the size of the TOU tested.
- All tests shall be carried out with the same and identical FBS, FBES or TOU throughout the duration of the test.

6 Test methods

6.1 Determination of energy at a constant power

6.1.1 General

This test is for determining the discharge energy of the FBES or FBS at the constant power mode, by measuring the total discharge energy outputs from the FBES or FBS and the auxiliary energy consumed by auxiliary equipment (e.g. BMS, BSS and pumps).

The FBES, FBS or TOU (collectively the "test unit"), as defined in 5.4 and 5.5, shall be in a stable temperature condition prior to measurements. The temperature and concentration of electroactive species in the fluid entering the cell or stack shall be recorded and reported.

6.1.2 Test procedures

The test shall be in accordance with the following procedures:

- a) The test unit shall be connected to a load circuit which can charge or discharge the test unit as needed. Adequate equipment shall be in place to determine the auxiliary energy of the auxiliary equipment during the determination.
- b) The test unit shall be fully charged with the method declared by the manufacturer.

- c) The test unit shall be discharged with a constant power until the end-of-discharge is reached. This power shall be kept constant to within ± 2 %. The criteria of end-of-discharge shall be declared and implemented in the test circuit.

NOTE 1 The criteria of end-of-discharge are typically the attainment of specified discharge duration or cut-off voltage or the percentage of retained energy to the rated energy.

- d) The total discharged energy from the test unit and the auxiliary energy consumption during discharge in c) shall be measured and recorded.

NOTE 2 The total discharged energy can be defined as the integral of the constant discharge power over the discharge duration in hours or be determined directly by the energy measuring instrument.

- e) Any change of the state of charge or state of health of the test unit, change in the power consumption of the auxiliaries, or the use of different discharge power, ambient/electrolyte temperature or end-of-discharge parameters will result in different energy values. For this reason, any energy statement has to be accompanied by the declaration of the conditions operative during its determination.
- f) To verify a manufacturer declared value, i.e. the rated energy value, three consecutive and identical energy determinations shall be carried out at rated power.
- g) To show compliance with the rated energy value declared by the manufacturer, the experimentally determined average energy of three consecutive cycles shall be equal to or greater than the rated value.

6.2 Determination of maximum deliverable output power

6.2.1 General

The maximum deliverable output power is affected by the discharge time, the state of charge, the ambient temperature and the auxiliary power needs for the FBES/FBS or TOU operation. Any maximum deliverable output power value determined is hence representative or applicable only to the specific operation condition of the FBES/FBS or TOU as mentioned above.

6.2.2 Test procedures

The test for the determining the maximum deliverable output power shall be in accordance with the following procedures:

- a) The duration of discharge t_d shall be defined before the test. The defined duration of 1/50 rated energy to rated power is recommended. The manufacturer shall, alternatively, declare the duration time used.
- b) The test unit shall be charged to a desired state of charge according to the method declared by the manufacturer.
- c) The test unit shall be discharged at a constant selected power level until the end-of-discharge is reached. The duration time of discharge shall be recorded. The power level shall be kept constant to within ± 2 %. It shall be noted that the selected discharge power level shall not cause irreversible damage to the unit.
- d) If the duration of discharge t is higher than the defined duration value t_d , repeat b) and c) with an increased power level until the determined duration value t_d of discharge is achieved. All the other conditions (such as ambient temperature, end-of-discharge) shall be kept constant. It is recommended to conduct the test from higher power to lower power.
- e) If the duration of discharge t is lower than the defined duration t_d , repeat b) and c) with a decreased power level until the defined duration t_d of discharge is achieved. All the other conditions (such as ambient temperature, end-of-discharge) shall be kept constant.
- f) The maximum deliverable output power value and the corresponding auxiliary power supplied shall be recorded. The maximum deliverable output power value shall be accompanied with the duration of discharge t_d , the state of charge and ambient temperature.

- g) To verify a manufacturer-declared maximum output power value, the declared power maximum output shall be selected to conduct the procedure under c). The measured duration time of discharge shall be not less than that declared by the manufacturer.

NOTE It is possible that the test procedure is not executable due to maximum power limitations of the PCS. If the power level is higher than the maximum power limitations of the PCS, the maximum power of the PCS is defined as the measured maximum output power.

6.3 Determination of maximum receivable input power

6.3.1 General

The maximum receivable input power is affected by the charge time, the state of charge, the ambient temperature and the auxiliary power needs for the FBES/FBS or TOU operation. Any maximum admissible input power value determined is hence representative or applicable only to the specific operation condition of the FBES/FBS or TOU, as mentioned above.

6.3.2 Test procedures

The test for determining the maximum receivable energy input shall be in accordance with the procedures as follows:

- a) The duration of charge t_c shall be defined before the test. The defined duration of 1/50 rated energy to rated power is recommended. The manufacturer shall, alternatively, declare the duration time and the maximum input power used.
- b) The test unit shall be discharged to a desired state of charge according to the method declared by the manufacturer.
- c) The test unit shall be charged at a constant selected power level until the end-of-charge is reached. The endurance time of charge shall be recorded. The power level shall be kept constant to within $\pm 2\%$. It shall be noted that the selected charge power level shall not cause irreversible damage to the unit.
- d) If the duration of charge t is higher than the defined duration value t_c , repeat b) and c) with an increased power level until the determined duration value t_c of charge is achieved. All the other conditions (such as ambient temperature, end-of-charge) shall be kept constant. It is recommended to conduct the test from higher power to lower power. For safety reasons the initial test power should not be higher than the maximum input power declared by the manufacturer.
- e) If the duration of charge t is lower than the calculated duration t_c , repeat b) and c) with a decreased power level until the calculated duration t_c of charge is achieved. All the other conditions (such as ambient temperature, end-of-charge) shall be kept constant.
- f) The maximum receivable input power level value and the corresponding auxiliary power supplied shall be recorded. The maximum receivable input power value shall be accompanied with the duration of charge t_c , the state of charge and ambient temperature.
- g) To verify a manufacturer-declared maximum input power value, the declared maximum input power shall be selected to conduct c). The measured duration time of charge shall be not less than that declared by the manufacturer.

NOTE It is possible that the test procedure is not executable due to maximum power limitations of the PCS. If the power level is higher than the maximum power limitations of the PCS, the maximum power of the PCS is defined as the measured maximum input power.

6.4 Determination of energy efficiency at a constant power level

6.4.1 General

The energy efficiency is affected by the power level and the auxiliary energy consumption during the charge and discharge for the FBES/FBS or TOU operation. Any energy efficiency determination is hence representative or applicable only to the FBES/FBS or TOU at the specified power levels. For more applications related to the energy efficiency determinations, the tests specified in IEC 61427-2 shall be used.

The FBES/FBS or TOU, as defined in 5.4 and 5.5, shall be in a stable temperature condition prior to measurements.

The temperature and concentration of electroactive species in the fluid entering the cell or stack shall be recorded and reported.

6.4.2 Test procedures

The test for determining energy efficiency shall be in accordance with the procedures as follows:

- a) The test unit shall be connected to a load circuit which can charge or discharge the unit as needed. Adequate equipment shall be in place to determine the auxiliary energy of the auxiliary equipment in the test unit during the charge and discharge, respectively.
- b) The test unit shall be discharged with a constant power level until the end-of-discharge is reached.
- c) The test unit shall then be charged with a constant power level until the end-of-charge is reached. The power level shall be kept constant to within ± 2 %.

NOTE 1 The criteria of end-of-charge are determined by the FBES/FBS/TOU, such as the attainment of a specified charge duration or cut-off voltage or the percentage of retained energy to the rated energy.

- d) The test unit shall then be discharged with the same constant power level as during the charge until the end-of-discharge is reached. The discharge power level shall be kept constant to within ± 2 %.

NOTE 2 The criteria of end-of-discharge are determined by the FBES/FBS/TOU, such as the attainment of a specified discharge duration or cut-off voltage or the percentage of retained energy to the rated energy.

NOTE 3 The input and output power can be determined as agreed upon by the supplier and user for these specific parameters.

- e) The energy charged to the test unit in c) shall be recorded as E_c and the energy discharged from the test unit in d) shall be recorded as E_d . The auxiliary energy consumption in c) and d) shall be recorded.

NOTE 4 The energy can be defined as the integral of the constant power level over the duration in hours or be determined directly by the energy measuring equipment.

- f) The energy efficiency η is defined as the ratio of the energy discharged in d) and the energy charged in c).

$$\eta = \frac{E_d}{E_c} \times 100 \%$$

where

- η is the energy efficiency of the FBES/FBS/TOU in a charge-discharge cycle;
- E_d is the measured energy discharged from the FBES/FBS/TOU during the discharge (Wh);
- E_c is the measured energy charged to the FBES/FBS/TOU during the charge (Wh).

- g) Any change in the state of charge or state of health of the test unit, change in the use of different discharge power, ambient/electrolyte temperature or cut-off criteria parameters will result in different energy efficiency values. For this reason, any energy efficiency statement has to be accompanied by the declaration of the conditions operative during its determination.
- h) To verify a manufacturer-declared rated energy efficiency value, three consecutive and identical energy efficiency determinations shall then be carried out. The constant charge power level in c) and the constant discharge power level in d) shall be the rated power in principle.

NOTE 5 The input and output power are determined as agreed upon by the supplier and user for these specific parameters.

- i) To show compliance with the rated energy efficiency value declared by the manufacturer, the experimentally determined average energy efficiency of three consecutive cycles shall be equal to or greater than the rated value.

6.5 Determination of cycle life

It is recommended that cycle life endurance determination be carried out according to IEC 61427-2 for the appropriate off-grid or on-grid application scenario.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62932-2-1:2020

Annex A (informative)

Testing of discharge power vs energy or energy efficiency

In order to have better knowledge of the characteristics of the FBES or FBS, information on the relationship between the discharge power and the energy dischargeable is required.

By carrying out multiple energy and efficiency determination tests with different constant power levels, as described in 6.1 and 6.4, the curves of energy and energy efficiency against power levels can be generated.

This data can then be used to determine ultimate or optimal discharge durations or autonomy times under a wide variety of discharge power levels of identically built and operated FBES or FBS.

By plotting power vs energy or energy efficiency, the sweet spot of the power level can be determined at which the maximum amount of energy can be discharged or charged from the FBES or FBS under consideration.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62932-2-1:2020

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62932-2-1:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION.....	19
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	20
3 Termes, définitions et termes abrégés	20
3.1 Termes et définitions	20
3.2 Termes abrégés	21
4 Exigences générales	21
5 Conditions d'essai générales	21
5.1 Exactitude des appareils de mesure.....	21
5.1.1 Mesurage de la tension	21
5.1.2 Mesurage du courant	21
5.1.3 Mesurage de l'énergie électrique	21
5.1.4 Mesurage de la température	22
5.1.5 Mesurage du temps	22
5.2 Température ambiante	22
5.3 Point de connexion (POC) et point de mesure (POM)	22
5.4 Objet en essai	23
5.5 Choix des objets en essai (TOU).....	24
6 Méthodes d'essai.....	24
6.1 Détermination de l'énergie à une puissance constante	24
6.1.1 Généralités	24
6.1.2 Procédures d'essai	24
6.2 Détermination de la puissance de sortie maximale fournie	25
6.2.1 Généralités	25
6.2.2 Procédures d'essai	25
6.3 Détermination de la puissance d'entrée maximale reçue	26
6.3.1 Généralités	26
6.3.2 Procédures d'essai	26
6.4 Détermination du rendement en énergie à un niveau de puissance constante	27
6.4.1 Généralités	27
6.4.2 Procédures d'essai	27
6.5 Détermination de la durée de vie cyclique	28
Annexe A (informative) Vérification par essai de la puissance de décharge par rapport à l'énergie ou au rendement en énergie	29
Figure 1 – Système de production d'énergie à batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte (FBES)	19
Figure 2 – Cas d'interconnexion POM/POC a), b), c)	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SYSTÈMES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE À BATTERIES
D'ACCUMULATEURS À CIRCULATION D'ÉLECTROLYTE
POUR LES APPLICATIONS STATIONNAIRES –****Partie 2-1: Exigences générales de performances et méthodes d'essai**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62932-2-1 a été établie par le comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs, en collaboration avec le comité d'études 105 de l'IEC: Technologies des piles à combustible.

La présente version bilingue (2020-07) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2020-02.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62932, publiées sous le titre général *Systèmes de production d'énergie à batterie d'accumulateurs à circulation d'électrolyte pour les applications stationnaires*, 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62932-2-1:2020

INTRODUCTION

Un système de batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte (FBS - *Flow battery system*) peut être utilisé comme partie principale d'un système de production d'énergie à batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte (FBES - *flow battery energy system*). Un tel FBES peut comporter:

- un système de batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte,
- un système de conversion de puissance,
- d'autres équipements et auxiliaires.

Le FBES est raccordé à l'entrée/sortie de puissance externe au moyen d'un point de connexion (POC - *point of connection*).

Le présent document inclut le champ d'application du FBES, comme cela est représenté à la Figure 1. L'énergie auxiliaire qui alimente le système de gestion de batterie (BMS - *battery management system*), le système de support batterie (BSS - *battery support system*) et le système de conversion de puissance (PCS - *power conversion system*) peut être fournie par l'un des moyens suivants:

- une connexion directe à la source de puissance externe;
- la source de puissance interne du FBES ou du FBS proprement dit.

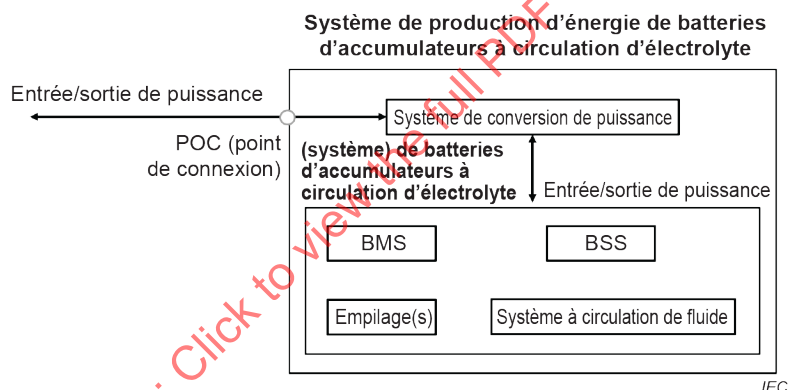


Figure 1 – Système de production d'énergie à batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte (FBES)

SYSTÈMES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE À BATTERIES D'ACCUMULATEURS À CIRCULATION D'ÉLECTROLYTE POUR LES APPLICATIONS STATIONNAIRES –

Partie 2-1: Exigences générales de performances et méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62932 spécifie les méthodes d'essai et les exigences applicables au système de batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte (FBS) et au système de production d'énergie à batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte (FBES) pour la vérification de leurs performances.

Le présent document s'applique au FBES ou au FBS conçu et utilisé sur des sites stationnaires (c'est-à-dire généralement non destinés à être déplacés d'un lieu à un autre).

Le présent document ne couvre pas les essais de compatibilité électromagnétique (CEM) du FBES ou du FBS.

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 62932-1, *Systèmes de production d'énergie à batteries d'accumulateurs à circulation d'électrolyte – Partie 1: Terminologie et aspects généraux*

IEC 62932-2-2, *Systèmes de batteries d'accumulateurs à circulation d'électrolyte pour applications stationnaires – Partie 2-2: Exigences de sécurité*

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

3 Termes, définitions et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 62932-1 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>

3.2 Termes abrégés

BMS	battery management system (système de gestion de batterie)
BSS	battery support system (système de support batterie)
FBES	flow battery energy system (système de production d'énergie à batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte)
FBS	flow battery system (système de batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte)
PCS	power conversion system (système de conversion de puissance)
POC	point of connection (point de connexion)
POM	point of measurement (point de mesure)
TOU	test object unit (objet en essai)

4 Exigences générales

Le FBES ou le FBS doit être conçu pour résister aux contraintes mécaniques, vibrations et chocs lors de leurs transport, manipulation et utilisation.

Le fabricant du FBES ou du FBS doit fournir la documentation concernant leurs transport, installation, mise en service, fonctionnement, maintenance et élimination.

Le FBES ou le FBS doit être caractérisé par des paramètres de performances appropriés qui englobent la puissance, l'énergie et le rendement en énergie assignés, ainsi que les puissances d'entrée et de sortie maximales. De plus amples informations, telles que l'énergie ou le rendement en énergie à des niveaux de puissance différents (voir Annexe A), permettent à l'utilisateur de mieux connaître et employer le FBES ou le FBS.

Les exigences et méthodes d'essai liées à la sécurité doivent être conformes à l'IEC 62932-2-2.

5 Conditions d'essai générales

5.1 Exactitude des appareils de mesure

5.1.1 Mesurage de la tension

La classe d'exactitude des appareils utilisés doit être supérieure ou égale à 1 %. La résistance interne du voltmètre utilisé doit être au moins de 1 kΩ/V.

5.1.2 Mesurage du courant

La classe d'exactitude des appareils utilisés doit être supérieure ou égale à 1 %.

L'exactitude des dispositifs de mesure du courant continu et du courant alternatif doit faire l'objet d'une attention particulière étant donné que toute exactitude détériorée ou toute instabilité a un effet négatif sur la précision de détermination de l'énergie et du rendement.

5.1.3 Mesurage de l'énergie électrique

La classe d'exactitude des appareils utilisés doit être supérieure ou égale à 1 %.

L'exactitude des dispositifs de mesure de la puissance et de l'énergie en courant continu et en courant alternatif doit faire l'objet d'une attention particulière étant donné que toute exactitude détériorée ou toute instabilité a un effet négatif sur la précision de détermination de l'énergie et du rendement.

5.1.4 Mesurage de la température

La résolution des appareils utilisés doit être de 0,5 K et leur exactitude doit être supérieure ou égale à ± 1 K.

5.1.5 Mesurage du temps

La résolution des appareils utilisés doit être de 1 s et leur exactitude doit être supérieure ou égale à 1 % de l'intervalle de temps mesuré.

5.2 Température ambiante

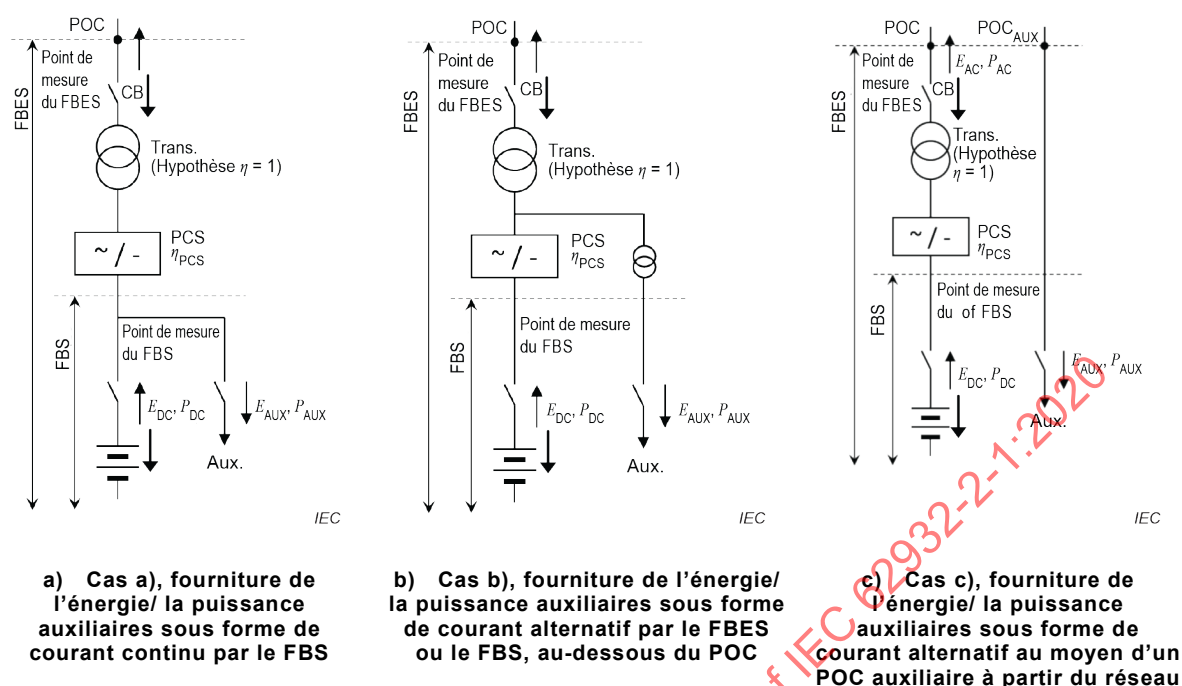
Tous les essais doivent être effectués sur un FBES ou un FBS à une température ambiante de $25\text{ °C} \pm 5\text{K}$, sauf spécification contraire dans un article d'essai ou accord contraire entre le fabricant et l'utilisateur. La température ambiante doit être mesurée et consignée dans un rapport. L'appareil ou la sonde de mesure doit être protégé(e) contre tout tirage et tout chauffage par rayonnement.

Pendant un essai, le FBES ou le FBS fonctionne de manière spontanée à une température différente de la température ambiante en raison des non-rendements de conversion d'énergie, des pertes par frottement ou ohmiques internes, et phénomènes similaires.

Pour tout essai, la température ambiante moyenne et la température des fluides qui pénètrent dans l'élément de batterie d'accumulateur à circulation d'électrolyte ou l'empilage doivent être enregistrées et consignées dans un rapport. L'emplacement de la sonde de température de fluide doit être décrit.

5.3 Point de connexion (POC) et point de mesure (POM)

Le POC et le POM doivent être choisis selon les exemples appropriés et les conditions a), b) ou c) de la Figure 2. La valeur de la puissance et la valeur de l'énergie doivent être mesurées au POM correspondant du FBS, du FBES et du matériel auxiliaire.



Légende

P_{DC}	source d'énergie en courant continu pénétrant dans le FBS ou en sortant (W)
E_{DC}	énergie en courant continu pénétrant dans le FBS ou en sortant (Wh)
P_{AC}	source d'énergie en courant alternatif pénétrant dans le FBES ou en sortant (W)
E_{AC}	énergie en courant alternatif pénétrant dans le FBES ou en sortant (Wh)
P_{aux}	puissance auxiliaire (W)
E_{aux}	énergie auxiliaire (Wh)
η et η_1	rendement de conversion de l'émetteur dans différentes positions. La valeur de rendement de conversion est égale à 1 en l'absence d'émetteur.
η_2	produit des rendements de conversion de tous les émetteurs dans la représentation fil de fer en pointillés de la Figure 2 c). La valeur de rendement de conversion est égale à 1 en l'absence d'émetteur.
η_{PCS}	rendement de conversion du PCS

Figure 2 – Cas d'interconnexion POM/POC a), b), c)

5.4 Objet en essai

Dans la définition de l'objet en essai, la limite doit physiquement couvrir ou inclure les éléments suivants:

- pour le FBS: BMS, BSS, pompes;
- pour le FBES: BMS, BSS, pompes et PCS;
- pour le TOU: BMS, BSS, pompes, avec ou sans PCS.

Dans un FBES, un FBS ou un TOU, l'énergie auxiliaire au niveau du courant continu ou au niveau du courant alternatif doit être prise en compte.

Les conditions a), b) ou c) doivent être enregistrées et consignées dans un rapport afin d'assurer la transparence des données, ainsi que du POM et du POC correspondants appropriés, tels que définis à la Figure 2.

Une représentation schématique des composants constituant les objets en essai et leurs points d'interconnexion doit accompagner la description des objets en essai.

5.5 Choix des objets en essai (TOU)

- Le FBES ou le FBS doit être soumis à l'essai selon une représentation définie.
- Lorsque l'installation d'essai, les coûts associés ou des limitations analogues ne permettent pas une telle représentation ou lorsque cette dernière n'est pas souhaitable en raison de ces éléments, un objet en essai (TOU) représentatif doit alors être défini et soumis à l'essai en lieu et place.
- Cet objet en essai (TOU) doit englober tous les composants définis dans la limite d'essai pour un FBES ou un FBS.
- Ces composants doivent être dimensionnés afin de correspondre au TOU si cela est nécessaire ou si cela est possible.
- L'assemblage final du TOU doit représenter fidèlement le FBES ou le FBS de taille réelle de manière à pouvoir extrapoler les données d'essai ainsi obtenues, par rapport au FBES ou au FBS.
- Le FBS, FBES ou TOU soumis à l'essai doit être entièrement décrit dans le rapport d'essai correspondant.
- Les données relatives à l'énergie auxiliaire doivent être mises à l'échelle selon la taille du TOU soumis à l'essai.
- Tous les essais doivent être effectués avec le même FBS, FBES ou TOU identique pendant toute la durée de l'essai.

6 Méthodes d'essai

6.1 Détermination de l'énergie à une puissance constante

6.1.1 Généralités

Cet essai permet de déterminer l'énergie de décharge du FBES ou du FBS au mode de puissance constante, par le mesurage des énergies produites de décharge totale provenant du FBES ou du FBS et de l'énergie auxiliaire consommée par le matériel auxiliaire (par exemple, BMS, BSS et pompes.)

La température du FBES, du FBS ou du TOU (désignés par le terme collectif « objet en essai »), tels que définis en 5.4 et 5.5, doit être stable préalablement aux mesurages. La température et la concentration des espèces électroactives dans le fluide pénétrant dans l'élément ou l'empilage doivent être enregistrées et consignées dans le rapport.

6.1.2 Procédures d'essai

L'essai doit être conforme aux procédures suivantes:

- a) L'objet en essai doit être connecté à un circuit de charge qui peut le charger ou le décharger si nécessaire. Un matériel approprié doit être installé afin de déterminer l'énergie auxiliaire du matériel auxiliaire lors du calcul.
- b) L'objet en essai doit être soumis à une charge maximale à l'aide de la méthode déclarée par le fabricant.
- c) L'objet en essai doit être déchargé à une puissance constante jusqu'à la fin de décharge. Cette puissance doit être maintenue constante à $\pm 2\%$. Les critères de fin de décharge doivent être déclarés et mis en œuvre dans le circuit d'essai

NOTE 1 Les critères de fin de décharge sont généralement les suivants: atteinte de la durée de décharge spécifiée, de la tension de coupure ou du pourcentage de l'énergie retenue sur l'énergie assignée.

- d) L'énergie totale déchargée de l'objet en essai et la consommation d'énergie auxiliaire lors de la décharge à l'étape c) doivent être mesurées et enregistrées.

NOTE 2 L'énergie totale déchargée peut être définie comme l'intégrale de la puissance de décharge constante sur la durée de décharge en heures ou être déterminée directement par l'appareil de mesure de l'énergie.

- e) Toute modification de l'état de charge ou de l'état général de l'objet en essai, toute modification de la puissance consommée des matériels auxiliaires ou toute modification de l'utilisation de différents paramètres de puissance de décharge, de température ambiante/de l'électrolyte ou de fin de décharge génèrent des valeurs d'énergie différentes. De ce fait, toute déclaration d'énergie doit être accompagnée de la déclaration des conditions de fonctionnement lors de sa détermination.
- f) Pour vérifier une valeur déclarée par le fabricant, c'est-à-dire la valeur de l'énergie assignée, trois déterminations identiques consécutives de l'énergie doivent être effectuées à la puissance assignée.
- g) Afin de démontrer la conformité avec la valeur d'énergie assignée déclarée par le fabricant, l'énergie moyenne déterminée de manière expérimentale au cours de trois cycles consécutifs doit être supérieure ou égale à la valeur assignée.

6.2 Détermination de la puissance de sortie maximale fournie

6.2.1 Généralités

La puissance de sortie maximale fournie est affectée par le temps de décharge, l'état de charge, la température ambiante et les besoins en puissance auxiliaire pour le fonctionnement du FBES/FBS ou du TOU. Toute valeur de puissance de sortie maximale fournie déterminée est de fait représentative ou applicable uniquement à la condition de fonctionnement spécifique du FBES/FBS ou du TOU tel que susmentionné.

6.2.2 Procédures d'essai

L'essai de détermination de la puissance de sortie maximale fournie doit être effectué conformément aux procédures suivantes:

- a) La durée de décharge t_d doit être définie avant l'essai. La durée définie correspondant au pourcentage d'énergie assignée sur la puissance assignée d'une valeur de 1/50 est recommandée. Le fabricant doit, en variante, déclarer la durée utilisée.
- b) L'objet en essai doit être chargé selon un état de charge souhaité conforme à la méthode déclarée par le fabricant.
- c) L'objet en essai doit être déchargé à un niveau de puissance constante choisi jusqu'à la fin de décharge. La durée de décharge doit être enregistrée. Le niveau de puissance doit être maintenu constant à $\pm 2\%$. Il doit être noté que le niveau de puissance de décharge choisi ne doit pas endommager l'objet en essai de manière irréversible.
- d) Si la durée de décharge t est supérieure à la valeur de durée définie t_d , répéter les étapes b) et c) avec un niveau de puissance augmenté jusqu'à l'obtention de la valeur de durée déterminée t_d de décharge. Toutes les autres conditions (telles que la température ambiante, la fin de décharge) doivent être maintenues constantes. Il est recommandé de réaliser l'essai en partant d'une puissance supérieure pour atteindre une puissance inférieure.
- e) Si la durée de décharge t est inférieure à la durée calculée t_d , répéter les étapes b) et c) avec un niveau de puissance réduit jusqu'à l'obtention de la durée définie t_d de décharge. Toutes les autres conditions (telles que la température ambiante, la fin de décharge) doivent être maintenues constantes.
- f) La valeur de puissance de sortie maximale fournie et la puissance auxiliaire fournie correspondante doivent être enregistrées. La valeur de puissance de sortie maximale fournie doit être accompagnée de la durée de décharge t_d , de l'état de charge et de la température ambiante.
- g) Pour vérifier une valeur de puissance de sortie maximale déclarée par le fabricant, la puissance de sortie maximale déclarée doit être choisie afin d'appliquer la procédure à l'étape c). La durée de décharge mesurée ne doit pas être inférieure à celle déclarée par le fabricant.