

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



AMENDMENT 1 AMENDEMENT 1

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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 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 Secretariat
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



AMENDMENT 1
AMENDEMENT 1

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.20

ISBN 978-2-8322-8382-0

**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.**

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SECONDARY CELLS AND BATTERIES FOR RENEWABLE ENERGY STORAGE – GENERAL REQUIREMENTS AND METHODS OF TEST –

Part 2: On-grid applications

AMENDMENT 1

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

Amendment 1 to IEC 61427-2:2015 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

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

Draft	Report on voting
21/1179/FDIS	21/1194/RVD

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

The language used for the development of this Amendment is English.

A list of all parts in the IEC 61427 series, published under the general title *Secondary cells and batteries for renewable energy storage*, can be found on the IEC website.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications/.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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.

6 Battery endurance

6.1 General

Add the following at the end of 6.1:

Since the publication of this document in 2015, details of a complex pattern of energy exchange in frequency-regulation duty, at 4 s intervals and over a 24 h period, have been published by Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) and Sandia National Laboratories (SAND) in the PNNL-22010 Rev 2/ SAND 2016-3078 R Report.

In Annex B (informative) details of this energy exchange profile are made available for evaluating, if useful, the service-induced decay of battery performance also with a more randomized usage pattern compared to that offered by the symmetric 6.2 profile.

6.2 Test for endurance in frequency-regulation service

Add the following sentence as a new paragraph after the existing list item r).

See Annex B for supplemental test profile for frequency regulation duty service.

Add the following new annex after Annex A:

Annex B (informative)

Supplemental test profile for frequency regulation duty service

B.1 General

The batteries in on-grid electrical energy storage (EES) applications provide and accept the energy needed to maintain the mains frequency within specified limits. This exchange of energy results in multiple charge and discharge events per hour in the electrochemically active masses of the battery. The order, intensity and duration of these events influences the stability and activity of the involved active mass structures and hence the endurance of the batteries.

This additional test procedure for evaluating battery performance under frequency-regulation service, is based on data acquired by actual monitoring of a regional transmission organization grid frequency balancing signal by Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) and Sandia National Laboratories (SAND) in the USA.

The balancing signal data are reported in section 5.3.2 Frequency regulation duty cycle of the document PNNL-22010 Rev 2 / SAND 2016-3078 R, Protocol for Uniformly Measuring and Expressing the Performance of Energy Storage Systems and dated April 2016. This data is available as a spreadsheet on the IEC website courtesy of the Pacific Northwest National Laboratory, operated by Battelle for the U.S. Department of Energy. The spreadsheet, [SAND2013-7315P profile details.xlsx](#) can be accessed via TC 21 supporting documents on the IEC website – www.iec.ch/tc21/supportingdocuments. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the data named.

The complex pattern of energy exchange and the associated procedures described in Clause B.2, can be used as a tool to complement and reinforce, as appropriate or useful, the information on the service-induced decay of battery performance gathered with the test profile in 6.2. The profile in 6.2 remains however the required profile if product comparisons or qualifications are carried out.

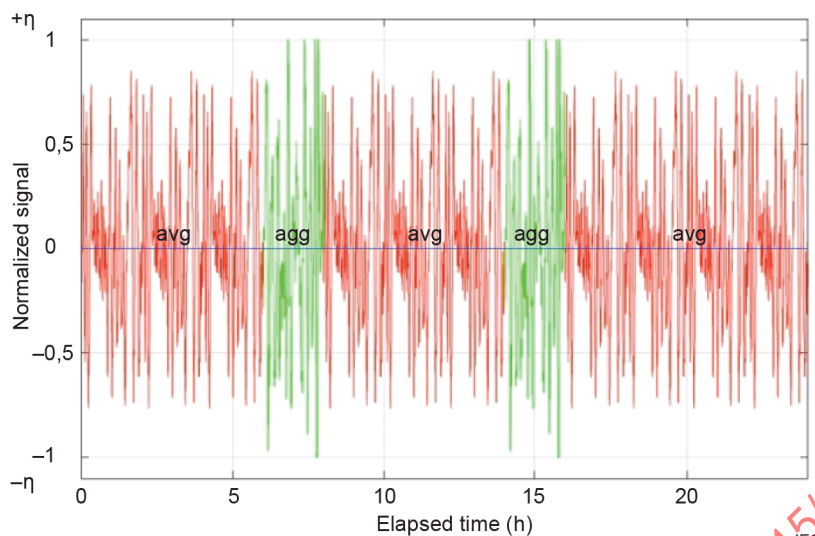
The test and associated test profile specified in Clause B.3 is optional; it is not necessary to carry it out to claim conformance with this document.

However, if this test is carried out, it shall be executed as specified in Clause B.3.

B.2 The Annex B profile for evaluating battery endurance in frequency-regulation duty

The Annex B profile consists of a sequence of 2 h average and 2 h aggressive signal levels reflecting the deviation from the grid frequency dead band and the resulting demand to deliver energy from or store in the battery of the frequency-regulation application. Each signal specifies a constant power level for a duration of 4 s resulting in 1 800 signal levels per 2 h period. The adjective of average and aggressive reflects the intensity of the energy flow to and from the battery.

Over 24 h, the Annex B duty cycle consists of a sequence with three 2-h duration average signal deviation levels, one 2-h duration aggressive signal deviation level, three 2-h duration average signal deviation levels, one 2-h duration aggressive signal deviation level and four 2-h duration average signal deviation levels. The values of average and aggressive deviation signal level, forming the 24 h duty cycle as shown in Figure B.1, are listed in the abovementioned spreadsheet on the IEC website.



SOURCE: Figure reproduced from PNNL-22010 Rev 2 / SAND 2016-3078 R, with the permission of Pacific Northwest National Laboratory, operated by Battelle for the U.S. Department of Energy.

Figure B.1 – 24 h sequence of the Annex B profile for a supplemental evaluation of the service-induced performance decay of a battery in frequency-regulation service

The exchanged power η is normalized with respect to the rated power of the EES application where the positive value represents a discharge from the battery and negative value a charge into the battery.

The longest duration at full discharge power of $\eta = 1,0$ is 52 s. The daily averaged power level is 30 % of the rated power capability of the EES system. The amount of energy charged daily into the battery (Wh-in) is equal to the daily amount of energy discharged (Wh-out).

This will result, due to a roundtrip Wh efficiency of $< 1,0$, in a slow walk-down of the battery capacity over time requiring periodic auxiliary charge energy input to re-establish the proper target level of operational state of charge (SoC_{OT}) required to fulfil all peak power demands. The SoC_{OT} level is specific for each type of battery and application and is specified by the battery manufacturer.

It is recommended that the machine instructions or commands for the power levels during a full 24 h-duration duty cycle be broken down into the appropriate consecutive sequences of 2 h with 1 800 signal levels each. This facilitates the upload and the execution of the power level setting instructions by the control unit of the battery cycling equipment.

The overall composite 24 h instruction set is the following.

Start the 24 h sequence

- Go to data set of a 2 h sequence at average power level and execute set 3 times,
- Go to data set of a 2 h sequence at aggressive power level and execute set 1 time,
- Go to data set of a 2 h sequence at average power level and execute set 3 times,
- Go to data set of a 2 h sequence at aggressive power level and execute set 1 time,
- Go to data set of a 2 h sequence at average power level and execute set 4 times,

Stop the 24 h sequence.

B.3 Test procedure

B.3.1 Annex B is informative in nature, i.e., it is given for information purposes only.

The test given in this Clause B.3 is optional; it is not necessary to carry it out to claim conformance with this document.

However, if this test is carried out, it shall be executed as specified in Clause B.3.

The procedure makes reference to the requirements in Clause 5 and Clause 6 of this document in order to provide boundary conditions comparable to those required for tests with the profile in 6.2.

B.3.2 The full-sized battery (FSB) shall be selected according to 5.3 and meet the bidirectional absolute power level requirements of $\eta = 1,0$ or 1 000 kW of the composite 24 h Annex B profile at the selected initial SoC_{OT} and within the voltage limits specified by the manufacturer. The battery shall be operated at an ambient temperature of $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ or as appropriate for the battery design.

B.3.3 The manufacturer shall report how many cells, modules or stacks make up such an FSB. This value is termed n .

B.3.4 The manufacturer shall define the fraction of power $(1\,000 / n)$ kW such a cell, module or stack will deliver or accept when it is part of the FSB and this battery meets the condition in B.3.2.

B.3.5 The manufacturer shall assemble with x of such cells, modules or stacks the appropriate test object battery (TOB) having at least:

- 1) four (4) cells in series (only if these cells are commercialized individually),
or
- 2) one or more modules that result in at least four (4) cells in series,
or
- 3) one stack with at least four (4) flow cells in series,
and incorporate the relevant BMS and BSS peripherals.

B.3.6 When a battery based EES application with different power capability and/or energy content is required to be tested in accordance with this Annex B, then such a choice is acceptable provided that all other testing provisions are fulfilled and this deviation is stated in the test documentation.

B.3.7 The actual energy content E (in kWh) of this TOB, after the manufacturer-specified full charge and thermal equilibration in air at $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ ambient temperature or as appropriate for the battery design, shall be determined with a constant power discharge at the $(x \times 500 / n)$ kW power level to the final voltage U_{final} or to the BMS mandated discharge limit as specified by the manufacturer. The energy content value is for comparison purposes as needed in other clauses.

B.3.8 The TOB shall then be fully recharged according to the manufacturer's specifications.

B.3.9 The TOB shall then be discharged to such a SoC_{OT} that it can repetitively deliver and accept the fractional power and energy levels of the 24 h Annex B profile without exceeding the manufacturer's specified operating voltage limits.

B.3.10 The manufacturer shall report this SoC_{OT} level, expressed as a percentage of the actual energy content as determined in B.3.7 and ways to achieve it.

B.3.11 The TOB shall then be submitted, at an ambient temperature of $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ or as appropriate for the battery design, to a 24 h Annex B profile consisting of a sequence of average and aggressive power level periods as described in Clause B.2. The battery voltage and the cumulative discharged and charged capacity (in Ah) and energy (in kWh) of the TOB shall be monitored and recorded once at the end of each 4 s constant power segment.

B.3.12 After completing a 24 h Annex B test sequence, the TOB shall be immediately discharged for 52 s at its actual temperature with a power equivalent to $(1\ 000 / n)$ kW and the reached final voltage level monitored and recorded.

B.3.13 If the TOB voltage in B.3.11 and B.3.12 exceeds the upper and lower limits of operating voltages then the energy-delivery and energy-acceptance capability under frequency-regulation service of the TOB and by derivation that of the FSB, shall be considered degraded and the procedure B.3.14 carried out.

B.3.14 The proper functioning of the battery shall be re-established with a charge or discharge whose power levels shall not exceed $(1\ 000 / n)$ kW. The voltage levels encountered in this charge or discharge shall not exceed the upper and lower limits of operating voltages defined for the Annex B profile. The conditions of this performance recovery action shall be specified by the manufacturer and take into consideration commercial viability, contractual and timing constraints in frequency-regulation service.

B.3.15 Suggested metrics for the evaluation of the performance of a battery in simulated frequency-regulation service with the 24 h Annex B profile sequence are:

- 1) Energy content level of the TOB as determined in B.3.7.
- 2) Voltage levels of the battery during a 24 h Annex B profile sequence.
- 3) Cumulated amount of capacity discharged in a 24 h Annex B profile sequence from the battery.
- 4) Cumulated amount of capacity charged in a 24 h Annex B profile sequence into the battery.
- 5) SoC_{OT} level at the conclusion of each 24 h Annex B profile sequence.
- 6) Number of 24 h Annex B profile sequences carried out before conditions of B.3.13 are encountered.
- 7) Plot of the achieved number of Annex B profile sequences vs elapsed days in the endurance test.
- 8) Amount of energy (kWh) consumed to re-establish proper functioning of the battery as per B.3.14.
- 9) Duration in minutes of the B.3.14 activity before the battery returns to regular Annex B profile-based frequency-regulation service.
- 10) Power levels in the form of a W vs time profile of the B.3.14 activity.
- 11) Ampere hour capacity as per B.3.7 and/or internal resistance of the battery at selected intervals to quantify capacity or internal conductivity degradation.
- 12) Any battery design-specific parameter revealing its actual status of health, or inversely, its degree of performance degradation.

B.3.16 The endurance test steps B.3.11 to B.3.14 shall be carried until the planned service life and commercial viability of the battery in frequency-regulation service has been demonstrated based on the data gathered and analysed as per B.3.15.

B.4 Examples of data acquired with the 6.2 and the 24 h Annex B sequence

Figure B.2 and Figure B.3 show examples of a graphical display of selected battery data acquired with the 6.2 c profile and the 24 h Annex B profile sequences. A same battery type was submitted to test conditions simulating frequency-regulation duty and in both cases the acquired data revealed charge acceptance issues.

When tested with the 6.2 c profile, this deficiency is characterized by escalating on-charge voltages which inhibit full SoC_{OT} adaptations within the voltage window of the frequency-regulation installation.

When tested with the Annex B sequence profile, a decaying charge acceptance and SoC_{OT} is observed that results in reduced operating time in frequency-regulation duty before a performance recovery action becomes again necessary.

If not corrected, these deficiencies impair the commercial viability of the frequency-regulation plant equipped with this type of battery.

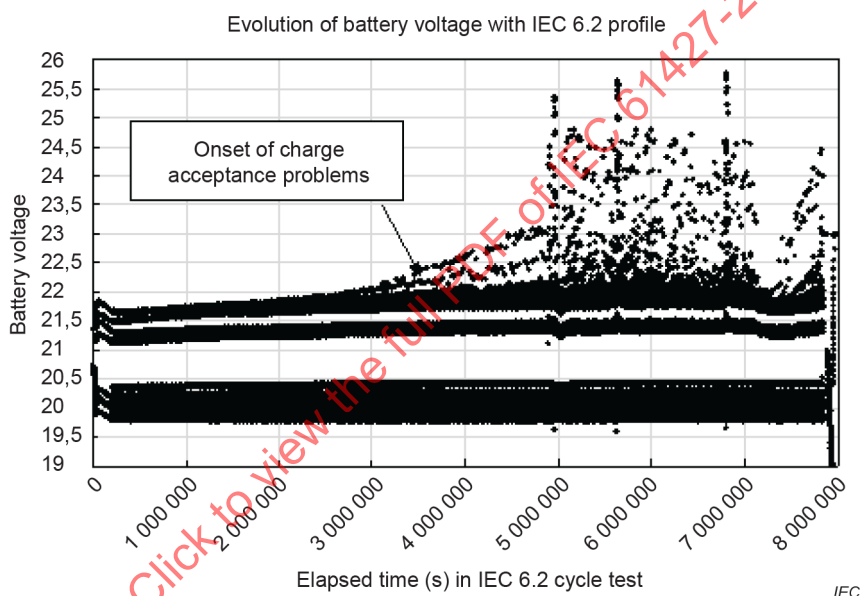


Figure B.2 – Development of excessive on-charge voltage levels after about 40 days of simulated frequency-regulation with the 6.2 c profile

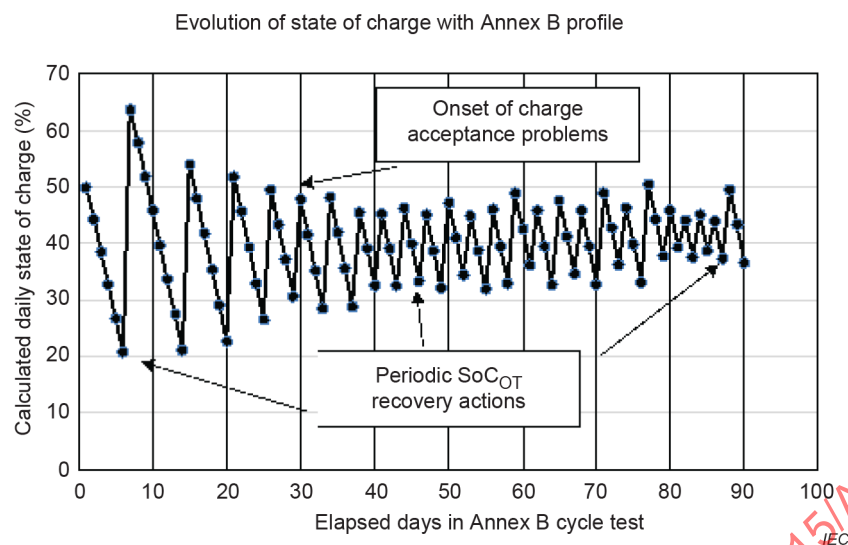


Figure B.3 – Decay of charge acceptance resulting, after about 20 days, in the need for an increased number of SoC_{OT} recovery actions when tested with the Annex B sequence profile

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-2:2015/AMD1:2024

Bibliography

Add the following publication to the Bibliography:

CONOVER, D.R., CRAWFORD A.J., FERREIRA, S.R., FULLER, J, GOURISETTI, S.N, ROSEWATER, D.M., SCHOENWALD, D.A., VISWANATHAN, V. *Protocol for Uniformly Measuring and Expressing the Performance of Energy Storage Systems*, PNNL-2210 Rev 2 / SAND2016-3078 R, April 2016, Pacific Northwest National Laboratory, Richland, Washington, and Sandia National Laboratory, Albuquerque, New Mexico

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-2:2015/AMD1:2024

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-2:2015/AMD1:2024

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ACCUMULATEURS POUR LE STOCKAGE DE L'ENERGIE
RENOUVELABLE – EXIGENCES GENERALES ET METHODES D'ESSAIS –****Partie 2: Applications en réseau****AMENDEMENT 1****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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'a pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

L'Amendement 1 de l'IEC 61427-2:2015 a été établi par le comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

Le texte de cet Amendement est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
21/1179/FDIS	21/1194/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cet Amendement est l'anglais.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61427, publiées sous le titre général *Accumulateurs pour le stockage de l'énergie renouvelable – Exigences générales et méthodes d'essais*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications/.

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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

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

6 Endurance de la batterie

6.1 Généralités

Ajouter ce qui suit à la fin du 6.1:

Depuis la publication du présent document en 2015, des informations détaillées portant sur un modèle complexe d'échange d'énergie en service de régulation de fréquence, à intervalles de 4 s et sur une période de 24 h, ont été publiées par Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) et Sandia National Laboratories (SAND) dans le rapport PNNL-22010 Rev 2/ SAND 2016-3078 R.

Des éléments détaillés concernant ce profil d'échange d'énergie sont donnés dans l'Annexe B (informative) afin d'évaluer, si cela est utile, la dégradation des performances des batteries induite par le service également avec un modèle d'usage plus aléatoire que celui offert par le profil symétrique 6.2.

6.2 Essai d'endurance en service de régulation de fréquence

Ajouter la phrase suivante en tant que nouvel alinéa après le point r) de l'énumération.

Voir l'Annexe B concernant le profil d'essai supplémentaire pour le service de régulation de fréquence.

Ajouter la nouvelle Annexe suivante après l'Annexe A:

Annexe B (informative)

Profil d'essai supplémentaire pour le service de régulation de fréquence

B.1 Généralités

Les batteries d'accumulateurs utilisées dans les applications de stockage de l'énergie électrique (EES) en réseau fournissent et reçoivent l'énergie qui est nécessaire pour maintenir la fréquence du réseau dans des limites spécifiées. Cet échange d'énergie donne lieu à de multiples événements de charge et de décharge par heure dans les masses électrochimiquement actives de la batterie d'accumulateurs. L'ordre, l'intensité et la durée de ces événements influencent la stabilité et l'activité des structures de masse actives impliquées et, par conséquent, l'endurance des batteries d'accumulateurs.

Cette procédure d'essai supplémentaire pour l'évaluation des performances des batteries d'accumulateurs en service de régulation de fréquence, est fondée sur des données acquises par le contrôle réel d'un signal d'équilibrage de la fréquence du réseau d'une organisation régionale de distribution d'énergie électrique réalisé par le Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) et Sandia National Laboratories (SAND) aux États-Unis.

Les données du signal d'équilibrage sont consignées dans la section 5.3.2 Cycle du service de régulation de fréquence du document PNNL-22010 Rev 2 / SAND 2016-3078 R, Protocol for Uniformly Measuring and Expressing the Performance of Energy Storage Systems et sont datées d'avril 2016. Ces données sont disponibles sous la forme d'une feuille de calcul sur le site web de l'IEC avec l'autorisation du Pacific Northwest National Laboratory, sous la gestion de Battelle pour le Département de l'énergie des États-Unis d'Amérique. La feuille de calcul, [SAND2013-7315P profile details.xlsx](#) peut être consultée dans les documents à l'appui du TC 21 sur le site web de l'IEC – www.iec.ch/tc21/supportingdocuments. Cette information est fournie à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande l'emploi exclusif des données ainsi désignées.

Le modèle complexe d'échange d'énergie et les procédures associées décrites à l'Article B.2, peuvent être utilisés comme outil pour compléter et renforcer, selon ce qui est approprié ou utile, les informations sur la dégradation induite par le service des performances des batteries d'accumulateurs collectées avec le profil d'essai en 6.2. Le profil donné en 6.2 reste néanmoins le profil exigé si des comparaisons ou des qualifications de produit sont réalisées.

L'essai et le profil d'essai associé spécifiés à l'Article B.3 sont facultatifs; il n'est pas nécessaire de réaliser cet essai pour se déclarer conforme au présent document.

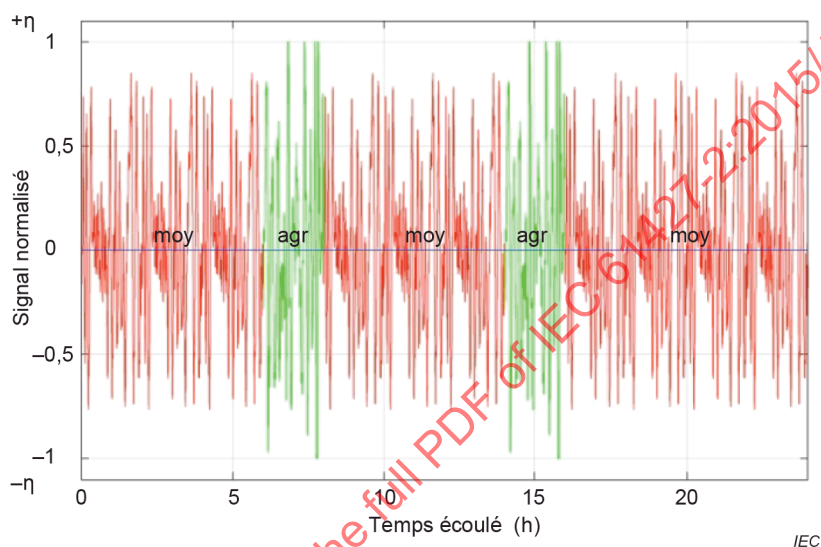
Néanmoins, si cet essai est réalisé, il doit être réalisé comme cela est spécifié à l'Article B.3.

B.2 Profil de l'Annexe B pour l'évaluation de l'endurance des batteries en service de régulation de fréquence

Le profil de l'Annexe B est constitué d'un assemblage de séquences de 2 h avec un niveau de signal moyen et de 2 h avec un niveau de signal agressif. Ses niveaux reflètent l'écart de la

bande morte de la fréquence du réseau et la demande qui en résulte pour fournir de l'énergie ou la stocker par la batterie prévue pour effectuer la régulation de fréquence. Chaque signal spécifie un niveau de puissance constante pendant une durée de 4 s qui donne 1 800 niveaux de signal par période de 2 h. Les adjectifs "moyen" et "agressif" reflètent l'intensité du flux d'énergie vers la batterie ou provenant de celle-ci.

Sur une période de 24 h, le cycle de service de l'Annexe B est constitué de trois séquences d'une durée de 2 h chacune avec un niveau de signal moyen, d'une séquence d'une durée de 2 h avec un niveau de signal agressif, de trois séquences d'une durée de 2 h chacune avec un niveau de signal moyen, d'une séquence d'une durée de 2 h avec un niveau de signal agressif et quatre séquences d'une durée de 2 h chacune avec un niveau de signal moyen. Les valeurs du niveau du signal d'écart moyen et agressif, formant le cycle de 24 h comme représenté à la Figure B.1, sont données dans la feuille de calcul mentionnée ci-dessus sur le site web de l'IEC.



SOURCE: Figure tirée du document PNNL-22010 Rev 2 / SAND 2016-3078 R, avec l'autorisation du Pacific Northwest National Laboratory, sous gestion de Battelle pour le département de l'énergie des États-Unis d'Amérique.

Figure B.1 – Séquence de 24 h du profil de l'Annexe B pour une évaluation supplémentaire de la dégradation des performances induite par le service d'une batterie en service de régulation de fréquence

La puissance échangée η est normalisée par rapport à la puissance assignée de l'application EES dans laquelle la valeur positive représente une décharge de la batterie et la valeur négative une charge de la batterie.

La durée la plus longue à puissance de décharge complète ou $\eta = 1,0$ est de 52 s. Le niveau de puissance moyenné quotidien est de 30 % de la capacité de puissance assignée du système EES. La quantité d'énergie chargée quotidiennement dans la batterie (Wh-in) est égale à la quantité d'énergie déchargée quotidiennement (Wh-out).

Il en résulte, en raison d'un rendement aller-retour en Wh $< 1,0$, une faible diminution de la capacité de la batterie dans le temps nécessitant périodiquement une charge d'énergie pour rétablir le niveau cible correct de l'état de charge (SoC_{OT}) nécessaire pour satisfaire toutes les demandes de puissance de crête. Le niveau SoC_{OT} est spécifique pour chaque type de batterie et d'application et il est spécifié par le fabricant de batteries.

Il est recommandé que les instructions ou les commandes de l'équipement de cyclage pour les niveaux de puissance au cours d'un cycle de service complet de 24 h soient décomposées en autant de séquences consécutives appropriées de 2 h avec 1 800 niveaux de signal chacune. Ceci facilite le chargement et l'exécution des instructions de réglage du niveau de puissance par l'unité de commande de l'équipement de cyclage de batterie.

L'ensemble d'instructions global sur 24 h se décompose de la manière suivante.

Démarrer la séquence de 24 h

- Aller à la base de données d'une séquence de 2 h au niveau de puissance moyen et l'exécuter 3 fois,
- Aller à la base de données d'une séquence de 2 h au niveau de puissance agressif et l'exécuter 1 fois,
- Aller à la base de données d'une séquence de 2 h au niveau de puissance moyen et l'exécuter 3 fois,
- Aller à la base de données d'une séquence de 2 h au niveau de puissance agressif et l'exécuter 1 fois,
- Aller à la base de données d'une séquence de 2 h au niveau de puissance moyen et l'exécuter 4 fois,

Arrêter la séquence Arrêt 24 h.

B.3 Procédure d'essai

B.3.1 L'Annexe B est de nature informative cela signifie qu'elle n'est donnée qu'à titre d'information.

L'essai donné à l'Article B.3 est facultatif; il n'est pas nécessaire de le réaliser pour se déclarer conforme au présent document.

Néanmoins, si cet essai est réalisé, il doit être réalisé comme cela est spécifié à l'Article B.3.

La procédure fait référence aux exigences de l'Article 5 et de l'Article 6 du présent document afin de donner des conditions limites comparables à celles exigées pour les essais avec le profil du 6.2.

B.3.2 La batterie de taille réelle (FSB) doit être choisie conformément au 5.3 et doit satisfaire aux exigences de niveau de puissance absolue bidirectionnelle de $\eta = 1,0$ ou 1 000 kW du profil composite de 24 h de l'Annexe B à la valeur de SoC_{OT} initiale choisie et dans les limites de tension spécifiées par le fabricant. La batterie doit être mise en fonctionnement à une température ambiante de $+ 25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ ou à une température appropriée pour la conception de la batterie.

B.3.3 Le fabricant doit indiquer combien d'éléments, de modules ou d'empilages constituent une telle FSB. Cette valeur est désignée n .

B.3.4 Le fabricant doit définir la fraction de puissance $(1\,000 / n)$ kW qu'un tel élément, module ou empilage va fournir ou recevoir lorsqu'il fait partie de la FSB et que cette batterie satisfait à la condition de B.3.2.

B.3.5 Le fabricant doit, avec x de tels éléments, modules ou empilages, assembler la batterie soumise à essai (TOB) appropriée avec au moins:

- 1) quatre (4) éléments en série (seulement si ces éléments sont commercialisés individuellement),
ou
- 2) un ou plusieurs modules avec au moins quatre (4) éléments en série,

ou

- 3) un empilage avec au moins quatre (4) éléments d'accumulateurs à circulation d'électrolyte en série,

et intégrant les périphériques de BMS et BSS correspondants.

B.3.6 Lorsqu'une application EES basée sur une batterie avec une capacité de puissance et/ou une teneur en énergie différente doit être soumise aux essais selon la présente Annexe B, alors un tel choix est acceptable à condition que toutes les autres dispositions d'essai soient remplies et que cet écart soit indiqué dans la documentation d'essai.

B.3.7 La teneur en énergie réelle E (en kWh) de cette TOB doit, après la pleine charge spécifiée par le fabricant et équilibrage thermique dans l'air à une température ambiante de $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ ou à une autre valeur appropriée pour la conception de la batterie, être déterminée avec une décharge à puissance constante au niveau de puissance $(x \times 500 / n)$ kW jusqu'à la tension finale U_{final} ou au niveau limite de décharge du BMS comme spécifié par le fabricant. La valeur de la teneur en énergie est destinée à permettre des comparaisons telles qu'elles sont nécessaires dans d'autres articles.

B.3.8 La TOB doit ensuite être complètement rechargée conformément aux spécifications du fabricant.

B.3.9 La TOB doit alors être déchargée à un état de charge SoC_{OT} de manière à ce qu'elle puisse fournir et recevoir de manière répétée les niveaux de puissance et d'énergie fractionnées du profil de 24 h de l'Annexe B sans dépasser les limites de tension de fonctionnement spécifiées par le fabricant.

B.3.10 Le fabricant doit déclarer cet état de charge SoC_{OT} , exprimé comme un pourcentage de la teneur en énergie réelle comme déterminé en B.3.7 et les moyens de l'atteindre.

B.3.11 La TOB doit ensuite être soumise, à une température ambiante de $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ ou à une autre valeur appropriée pour la conception de la batterie, à un profil de 24 h selon l'Annexe B constitué d'une séquence de périodes de niveau de puissance moyen et agressif comme décrit en B.2. La tension de batterie et le cumul de la capacité (en Ah) et de l'énergie (en kWh) chargée et déchargée de la TOB doivent être surveillés et enregistrés à la fin de chaque segment de puissance constante de 4 s.

B.3.12 Après la réalisation de la séquence d'essai de 24 h de l'Annexe B, la TOB doit être immédiatement déchargée pendant 52 s à sa température réelle avec une puissance équivalente à $(1\,000 / n)$ kW et le niveau de tension finale atteint doit être surveillé et enregistré.

B.3.13 Si la tension de la TOB en B.3.11 et en B.3.12 dépasse les limites supérieure et inférieure des tensions de fonctionnement alors l'aptitude de la TOB à fournir et à recevoir de l'énergie en service de régulation de fréquence et par dérivation celle de la FSB, doit être considérée comme dégradée et la procédure de B.3.14 doit être réalisée.

B.3.14 Le fonctionnement correct de la batterie doit être rétabli avec une charge ou une décharge dont les niveaux de puissance ne doivent pas dépasser $(1\,000 / n)$ kW. Les niveaux de tension rencontrés dans cette charge ou décharge ne doivent pas dépasser les limites supérieure et inférieure des tensions de fonctionnement définies pour le profil de l'Annexe B. Les conditions de cette action de récupération de performances doivent être spécifiées par le fabricant et prendre en compte la viabilité commerciale, les contraintes contractuelles et temporelles dans le service de régulation de fréquence.