

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**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 978-2-8322-2881-4

**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	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 General considerations	13
5 General test conditions	14
5.1 Accuracy of measuring equipment	14
5.1.1 Voltage measurements	14
5.1.2 Current measurements	14
5.1.3 Temperature measurements	14
5.1.4 Time measurements	14
5.2 Test object considerations	14
5.3 Test object battery selection and size considerations	15
5.4 Test plan	16
6 Battery endurance	20
6.1 General	20
6.2 Test for endurance in frequency-regulation service	20
6.3 Test for endurance in load-following service	25
6.4 Test for endurance in peak-power shaving service	28
6.5 Test for endurance in photovoltaic energy storage, time-shift service	30
7 Battery properties and electrical performance	33
7.1 Declaration of the system properties	33
7.2 Determination of energy content at +25 °C ambient temperature	36
7.3 Determination of the energy efficiency during endurance tests at +25 °C ambient temperature	36
7.4 Determination of the energy efficiency during endurance tests at the minimum and maximum ambient temperature	38
7.5 Determination of waste heat generated during endurance tests at the maximum ambient temperature	42
7.6 Determination of energy requirements during periods of idle state at +25 °C ambient temperature	44
Annex A (informative) Battery-related hazards	47
A.1 General	47
A.2 Examples	47
Bibliography	49
Figure 1 – Boundary of the full-sized battery (FSB)	15
Figure 2 – Two-step selection process of the test object battery (TOB)	16
Figure 3 – Workflow for the determination of endurance properties and electrical performance of the TOB as governed by the sequence of test data generation within 6.2 to 6.5	17
Figure 4 – Sequence of performance tests carried out with TOB 1 within an endurance test 6.x	17
Figure 5 – Workflow and decision tree for endurance tests 6.2 through 6.5	19
Figure 6 – Frequency regulation service test routine profile (6.2) – Profile a	22
Figure 7 – Frequency regulation service test routine profile (6.2) – Profile b	22

Figure 8 – Frequency regulation service test routine profile (6.2) – Profile c	23
Figure 9 – Schematic view of the evolution of battery voltage over time during cycling with constant power discharge and charge pulses	24
Figure 10 – Load-following service test routine profile (6.3) – Profile a	26
Figure 11 – Load-following service test routine profile (6.3) – Profile b	27
Figure 12 – Load-following service test routine profile (6.3) – Profile c	27
Figure 13 – Daily peak-power shaving service test routine profile (6.4)	29
Figure 14 – Daily photovoltaic energy storage time-shift service test routine (6.5) – 3 kW	32
Figure 15 – Daily photovoltaic energy storage time-shift service test routine (6.5) – 30 kW	32
Figure 16 – Schematic view of the location of the two sets of energy values (energy to auxiliaries and energy to and from TOB) to be used for the determination of the energy storage efficiency factor η	37
Figure 17 – Schematic view of the location of the two sets of energy values (energy to auxiliaries and energy to and from battery) to be used for the determination of the amount of waste heat generated	43
Figure 18 – Schematic view of the location of the two sets of energy values (energy to auxiliaries and energy to battery) to be used for the determination of the energy requirements during periods of idle state of the battery	45
Table 1 – Summary of endurance test related electrical property data of the full-sized (FSB) and the test object (TOB) battery	34
Table 2 – Summary of physical dimension data of the full-sized battery (FSB)	35
Table 3 – Summary description of the full-sized battery (FSB)	35
Table 4 – Summary description of the test-object battery (TOB)	35
Table 5 – Summary of the constant power discharge performance of the TOB at an ambient temperature of $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$	36
Table 6 – Summary of energy efficiencies determined in endurance tests at an ambient temperature of $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$	38
Table 7 – Summary of energy efficiencies determined in endurance cycle tests at the minimum and maximum ambient temperature	40
Table 8 – Parameters to achieve and maintain the target operational state of charge, SoC_{OT} , during tests at the minimum ambient temperature	41
Table 9 – Parameters to achieve and maintain the target operational state of charge, SoC_{OT} , during tests at the maximum ambient temperature	42
Table 10 – Summary of energy released as heat during endurance tests at the maximum ambient temperature	44
Table 11 – Summary of energy required during idle state periods at $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ ambient temperature	46
Table A.1 – Non-exhaustive listing of potential battery-related hazards to be taken in consideration in risk assessment activities	47
Table A.2 – Non-exhaustive listing of potential installation-related hazards to be taken in consideration in risk assessment activities	48

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 2: On-grid applications

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

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

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

FDIS	Report on voting
21/862/FDIS	21/863/RVD

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

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

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

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

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

Part 2: On-grid applications

1 Scope

This part of IEC 61427 relates to secondary batteries used in on-grid Electrical Energy Storage (EES) applications and provides the associated methods of test for the verification of their endurance, properties and electrical performance in such applications. The test methods are essentially battery chemistry neutral, i.e. applicable to all secondary battery types.

On-grid applications are characterized by the fact that batteries are connected, via power conversion devices, to a regional or nation- or continent-wide electricity grid and act as instantaneous energy sources and sinks to stabilize the grid's performance when randomly major amounts of electrical energy from renewable energy sources are fed into it.

Related power conversion and interface equipment is not covered by this part of IEC 61427.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

None.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	54
1 Domaine d'application	56
2 Références normatives	56
3 Termes et définitions	56
4 Considérations générales	63
5 Conditions générales d'essai	64
5.1 Précision de l'appareil de mesure	64
5.1.1 Mesures de tension	64
5.1.2 Mesures de courant	64
5.1.3 Mesures de température	64
5.1.4 Mesures de temps	65
5.2 Considérations de l'objet en essai	65
5.3 Considérations liées à la sélection de la batterie soumise à essai et à sa taille	66
5.4 Plan d'essai	67
6 Endurance de la batterie	72
6.1 Généralités	72
6.2 Essai d'endurance en service de régulation de fréquence	72
6.3 Essai d'endurance en service d'adaptation à la demande	79
6.4 Essai d'endurance en service d'écrtage des pointes de consommation	84
6.5 Essai d'endurance en service de stockage d'énergie photovoltaïque avec décalage temporel de la consommation	87
7 Propriétés et performances électriques des batteries	91
7.1 Déclaration des propriétés du système	91
7.2 Détermination de la teneur en énergie à une température ambiante de + 25 °C	94
7.3 Détermination du rendement énergétique pendant les essais d'endurance à une température ambiante de + 25 °C	95
7.4 Détermination du rendement énergétique pendant les essais d'endurance à la température ambiante minimale et maximale	96
7.5 Détermination de la chaleur générée pendant les essais d'endurance à une température ambiante maximale	100
7.6 Détermination du besoin d'énergie pendant les périodes de veille à une température ambiante de +25 °C	102
Annexe A (informative) Dangers liés aux batteries	105
A.1 Généralités	105
A.2 Exemples	105
Bibliographie	107
Figure 1 – Limite de la batterie taille réelle (FSB)	65
Figure 2 – Processus de sélection en deux étapes de la batterie à essai (TOB)	66
Figure 3 – Flux de travail pour la détermination des propriétés d'endurance et des performances électriques de la TOB tels que régis par la chronologie de génération de données des essais 6.2 à 6.5	68
Figure 4 – Séquence d'essais de performances effectuées avec la TOB 1 à l'intérieur d'un essai d'endurance 6.x	69
Figure 5 – Flux de travail et schéma décisionnel pour les essais d'endurance 6.2 à 6.5	72

Figure 6 – Profil d'essai pour un service de régulation de fréquence (6.2) – Profil a.....	75
Figure 7 – Profil d'essai pour un service de régulation de fréquence (6.2) – Profil b.....	76
Figure 8 – Profil d'essai pour un service de régulation de fréquence (6.2) – Profil c.....	77
Figure 9 – Représentation schématique de l'évolution de la tension de batterie dans le temps pendant le cyclage avec des impulsions de décharge et de charge à puissance constante.....	78
Figure 10 – Profil d'essai pour un service d'adaptation à la demande (6.3) – Profil a.....	81
Figure 11 – Profil d'essai pour un service d'adaptation à la demande (6.3) – Profil b.....	82
Figure 12 – Profil d'essai pour un service d'adaptation à la demande (6.3) – Profil c.....	83
Figure 13 – Profil d'essai pour un service d'écrêtage des pointes de consommation (6.4).....	86
Figure 14 – Profil d'essai pour un service de stockage d'énergie photovoltaïque avec décalage temporel de consommation (6.5) – 3 kW.....	89
Figure 15 – Profil d'essai pour un service de stockage d'énergie photovoltaïque avec décalage temporel de consommation (6.5) – 30 kW.....	90
Figure 16 – Représentation schématique de l'emplacement de deux ensembles de valeurs d'énergie (énergie alimentant les auxiliaires et énergie vers et de la TOB) utilisés pour la détermination du facteur de rendement de stockage d'énergie η	95
Figure 17 – Représentation schématique de l'emplacement de deux ensembles de valeurs d'énergie (énergie alimentant les auxiliaires et énergie vers et de la batterie) utilisés pour la détermination de la quantité d'énergie perdue et libérée sous forme de chaleur.....	101
Figure 18 – Représentation schématique de l'emplacement de deux ensembles de valeurs d'énergie (énergie alimentant les auxiliaires et énergie alimentant la batterie) utilisés pour la détermination des besoins d'énergie pendant les périodes de veille de la batterie.....	103
Tableau 1 – Résumé des données de propriétés électriques relatives à l'essai d'endurance de la batterie de taille réelle (FSB) et de la batterie en essai (TOB).....	92
Tableau 2 – Synthèse des dimensions physiques de la batterie de taille réelle (FSB).....	93
Tableau 3 – Synthèse de la description de la batterie de taille réelle (FSB).....	93
Tableau 4 – Synthèse de la description de la batterie soumise à l'essai (TOB).....	93
Tableau 5 – Synthèse des valeurs de référence des performances de décharge à puissance constante de la TOB à une température ambiante de $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$	94
Tableau 6 – Synthèse des rendements énergétiques déterminés dans les essais d'endurance à une température ambiante de $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$	96
Tableau 7 – Synthèse des rendements énergétiques déterminés dans les essais de cycle d'endurance à une température ambiante minimale et maximale.....	98
Tableau 8 – Paramètres pour atteindre et maintenir l'état de charge prévu en fonctionnement, SoC_{OT} , pendant les essais à la température ambiante minimale.....	99
Tableau 9 – Paramètres pour atteindre et maintenir l'état de charge prévu en fonctionnement, SoC_{OT} , pendant les essais à la température ambiante maximale.....	100
Tableau 10 – Synthèse de l'énergie libérée sous forme de chaleur pendant les essais d'endurance à une température ambiante maximale.....	102
Tableau 11 – Synthèse de l'énergie nécessaire pendant des périodes de veille à une température ambiante de $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$	104
Tableau A.1 – Liste non exhaustive des dangers potentiels provenant des batteries à prendre en considération dans les activités d'évaluation des risques.....	105
Tableau A.2 – Liste non exhaustive des dangers potentiels provenant des installations à prendre en considération dans les activités d'évaluation des risques.....	106

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ACCUMULATEURS POUR LE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE
RENOUVELABLE – EXIGENCES GÉNÉRALES ET MÉTHODES D'ESSAIS –****Partie 2: Applications en réseau****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 61427-2 a été établie par le comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

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*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/862/FDIS	21/863/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

ACCUMULATEURS POUR LE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE RENOUVELABLE – EXIGENCES GÉNÉRALES ET MÉTHODES D'ESSAIS –

Partie 2: Applications en réseau

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61427 porte sur les batteries d'accumulateurs utilisées dans les applications de stockage de l'énergie électrique (EES) en réseau et définit les méthodes d'essai associées pour la vérification de leur endurance, de leurs propriétés et des performances électriques dans une telle application. Les méthodes d'essai sont indépendantes de la chimie de la batterie, c'est-à-dire applicables à tout type de batterie d'accumulateurs.

Les applications en réseau sont caractérisées par le fait que les batteries sont connectées, via des dispositifs de conversion d'énergie, à un réseau d'électricité régional, national ou continental et font office de sources ou de réservoir d'énergie instantanées pour stabiliser les performances du réseau électrique lorsque de grandes quantités d'énergie électrique provenant de sources d'énergie renouvelables sont introduites aléatoirement dans celui-ci.

Les équipements de conversion d'énergie et d'interface associés ne sont pas couverts par la présente partie de l'IEC 61427.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

Aucune.