

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-1:2013



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 27.160; 29.220.20

ISBN 978-2-83220-763-5

**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	7
4 Conditions of use.....	7
4.1 General	7
4.2 Photovoltaic energy system	7
4.3 Secondary cells and batteries.....	7
4.4 General operating conditions.....	8
4.4.1 General	8
4.4.2 Autonomy time.....	8
4.4.3 Typical charge and discharge currents	8
4.4.4 Daily cycle.....	8
4.4.5 Seasonal cycle	8
4.4.6 Period of high state of charge.....	9
4.4.7 Period of sustained low state of charge	9
4.4.8 Electrolyte stratification	9
4.4.9 Storage	9
4.4.10 Operating temperature.....	10
4.4.11 Charge control.....	11
4.4.12 Physical protection	11
5 General requirements	11
5.1 Mechanical endurance.....	11
5.2 Charge efficiency	12
5.3 Deep discharge protection.....	12
5.4 Marking	12
5.5 Safety.....	12
5.6 Documentation	12
6 Functional characteristics	13
7 General test conditions.....	13
7.1 Accuracy of measuring instruments	13
7.2 Preparation and maintenance of test batteries.....	13
8 Test method	13
8.1 Capacity test	13
8.2 Generic cycling endurance test.....	14
8.3 Charge retention test.....	14
8.4 Cycling endurance test in photovoltaic applications (extreme conditions)	14
8.4.1 General	14
8.4.2 Phase A: shallow cycling at low state of charge (see Table 5)	15
8.4.3 Phase B: shallow cycling at high state of charge (see Table 6)	15
8.4.4 Residual capacity determination	16
8.4.5 Test termination.....	16
8.4.6 Water consumption of flooded battery types and cells with partial gas recombination.....	16
8.4.7 Requirements	16
9 Recommended use of tests	17

9.1	Type test	17
9.2	Acceptance test.....	17
9.2.1	Factory test	17
9.2.2	Commissioning test	17
	Bibliography.....	18
	Table 1 – Limit values for storage conditions of batteries for photovoltaic applications.....	10
	Table 2 – Limit values for operating conditions of batteries for photovoltaic applications	10
	Table 3 – Battery Ah-efficiency at different states of charge at the reference temperature and a daily depth of discharge of less than 20 % of the rated capacity	12
	Table 4 – Typical capacity ratings of batteries in photovoltaic applications.....	14
	Table 5 – Phase A – Shallow cycling at low state of charge	15
	Table 6 – Phase B – Shallow cycling at high state of charge	16

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-1:2013

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 1: Photovoltaic off-grid application

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

This first edition cancels and replaces the second edition of IEC 61427 published in 2005. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) a restructuration of the previous edition of the document;
- b) a clarification of the different clauses with regard to conditions of use, general requirements, functional characteristics, general tests conditions, test method and recommended use of tests, the aim being to ensure a better understanding by the end user;
- c) a clear distinction between on-grid and off-grid applications for future markets needs.

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

FDIS	Report on voting
21/793/FDIS	21/802/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.

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 committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-1:2013

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

Part 1: Photovoltaic off-grid application

1 Scope

This part of the IEC 61427 series gives general information relating to the requirements for the secondary batteries used in photovoltaic energy systems (PVES) and to the typical methods of test used for the verification of battery performances. This part deals with cells and batteries used in photovoltaic off-grid applications.

NOTE The part 2 of this series will cover cells and batteries used in “renewable energy storage in on-grid applications”.

This International Standard does not include specific information relating to battery sizing, method of charge or PVES design.

This standard is applicable to all types of secondary batteries.

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.

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* (available at <www.electropedia.org>)

IEC 60622, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

IEC 60623, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

IEC 60896-11, *Stationary lead-acid batteries – Part 11: Vented types – General requirements and methods of test*

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

IEC 61056-1, *General purpose lead-acid batteries (valve-regulated types) – Part 1: General requirements, functional characteristics – Methods of test*

IEC 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols*

IEC 61951-1, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 1: Nickel-cadmium*

IEC 61951-2, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 2: Nickel-metal hydride*

IEC 61960, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications*

IEC 62259, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Nickel-cadmium prismatic secondary single cells with partial gas recombination*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-482 concerning secondary cells and batteries, and those given in IEC 61836 concerning photovoltaic generator systems apply.

4 Conditions of use

4.1 General

This clause specifies the particular operating conditions experienced by secondary batteries during their use in photovoltaic applications.

4.2 Photovoltaic energy system

The photovoltaic energy system with secondary batteries referred to in this standard can supply a constant, variable, or intermittent energy to the connected equipment (pumps, refrigerators, lighting systems, communication systems, etc.).

4.3 Secondary cells and batteries

Secondary cells and batteries mainly used in photovoltaic energy systems are of the following types:

- a) vented (flooded);
- b) valve-regulated, including those with partial gas recombination;
- c) gastight sealed.

The cells and batteries are normally delivered in the following state of charge:

- d) discharged and drained (vented nickel-cadmium batteries only);
- e) charged and filled;
- f) dry charged and unfilled (vented lead-acid batteries only);
- g) discharged and filled (nickel-cadmium batteries only).

For optimum service life, the battery manufacturer's instructions for initial charge of the battery shall be followed.

Other secondary cells and batteries such as based on sodium or vanadium electrochemical systems can be potentially used for such an application. Due to the fact that they are in a phase of adaptation for a possible use in PV systems, it is recommended that their respective supplier be contacted for the necessary planning, test and operation details.

4.4 General operating conditions

4.4.1 General

Batteries in a typical PV system operating under average site weather conditions may be subjected to the following conditions.

4.4.2 Autonomy time

The battery is designed to supply energy under specified conditions for a period of time, typically from 3 days to 15 days without solar irradiation.

When selecting the required battery capacity, the following items should be considered, e.g.:

- required daily/seasonal cycle (there may be restrictions on the maximum depth of discharge);
- time required to access the site;
- ageing;
- operating temperature;
- future expansion of the load.

4.4.3 Typical charge and discharge currents

The typical charge and discharge currents are the following:

- maximum charge current: I_{20} (A)
- average charge current: I_{50} (A)
- average discharge current as determined by the load: I_{120} (A)

Depending on the system design, the charge and the discharge current may vary in a wider range.

In some systems the load current must be supplied at the same time as the battery charging current.

NOTE 1 The following abbreviations are used:

- C_{rt} is the rated capacity declared by the manufacturer in ampere-hours (Ah)
- t is the time base in hours (h) for which the rated capacity is declared
- $I_{rt} = C_{rt}/t$

For Nickel Cadmium, Nickel Metal Hydride and Lithium battery systems

- $I_{rt} = C_{rt}/1h$ in this document corresponds to $I_t = C_5/1h$

4.4.4 Daily cycle

The battery is normally exposed to a daily cycle as follows:

- a) charging during daylight hours;
- b) discharging during night-time hours.

A typical daily usage results in a discharge between 2 % to 20 % of the battery capacity.

4.4.5 Seasonal cycle

The battery may be exposed to a seasonal cycle of its state of charge. This arises from varying average-charging conditions as follows:

- periods with low solar irradiation, for instance during winter causing low energy production. The state of charge of the battery (available capacity) can go down to 20 % of the rated capacity or less;
- periods with high solar irradiation, e.g. in summer, which will bring the battery up to the fully charged condition, with the possibility that the battery could be overcharged.

4.4.6 Period of high state of charge

During summer for example, the battery will be operated at a high state of charge (SOC), typically between 80 % and 100 % of rated capacity.

A voltage regulator system normally limits the maximum battery voltage during the recharge period.

NOTE In a "self-regulated" PV system, the battery voltage is not limited by a charge controller but by the characteristics of the PV generator.

The system designer normally chooses the maximum charge voltage of the battery as a compromise allowing to recover to a maximum state of charge (SOC) as early as possible in the summer season but without substantially overcharging the battery.

The overcharge increases the gas production resulting in water consumption in vented cells. In valve-regulated lead-acid cells, the overcharge will cause less water consumption and gas emission but more heat generation.

Typically the maximum charge voltage is 2,4 V per cell for lead-acid batteries and 1,55 V per cell for vented nickel-cadmium batteries at the reference temperature specified by the manufacturer. Some regulators allow the battery voltage to exceed these values for a short period as an equalizing or boost charge. For the other batteries the battery manufacturers shall give the most adapted charge voltage values. Charge voltage compensation shall be used according to the battery manufacturer instructions if the battery operating temperature deviates significantly from the reference temperature.

The expected lifetime of a battery in a PV system, even kept regularly at a high state of charge, may be considerably less than the published life of the battery used under continuous float charge conditions.

4.4.7 Period of sustained low state of charge

During periods of low solar irradiation, the energy produced by the photovoltaic array may not be sufficient to fully recharge the battery. The state of charge will then decrease and cycling will take place at a low state of charge. The low solar irradiation yield of the photovoltaic array may be a result of the geographical location combined with the winter periods, heavy clouds, rains or accumulation of dust on the photovoltaic array.

4.4.8 Electrolyte stratification

Electrolyte stratification may occur in lead-acid batteries. In vented lead-acid batteries, electrolyte stratification can be avoided by electrolyte agitation/recirculation or by periodic overcharge whilst in service. In valve regulated lead-acid (VRLA) batteries, electrolyte stratification can be avoided by design or by operating them according to the manufacturer's instructions.

4.4.9 Storage

Manufacturers' recommendations for storage shall be observed. In the absence of such information, the storage period may be estimated according to the climatic conditions as shown in Table 1 as below.

Table 1 – Limit values for storage conditions of batteries for photovoltaic applications

Battery type	Temperature range °C	Humidity %	Storage period for batteries	
			With electrolyte	Without electrolyte
Lead-acid	-20 to +40	< 90	Up to 12 months (depending of the design)	1-2 years (dry charged)
Nickel-cadmium	-20 to +50 (standard electrolyte)	< 90	Up to 6 months	1-3 years (fully discharged, drained and sealed)
	-40 to +50 (high density electrolyte)			
Nickel metal hydride	-40 to +50	< 90	Up to 6 months	N/A
Lithium Ion	-20 to +50	< 90	Up to 12 months	N/A

The exact limits of storage conditions are to be verified with the manufacturer.

Lead-acid or nickel-cadmium batteries with electrolyte shall be stored starting from a state at full charge.

A loss of capacity may result from exposure of a battery to high temperature and humidity during storage.

The temperature of a battery stored in a shipping container in direct sunlight, can rise to +60 °C or more in daytime. Choice of a shaded location or cooling should avoid this risk.

4.4.10 Operating temperature

The temperature range during operation experienced by the battery at the site is an important factor for the battery selection and the expected lifetime (see IEC 60721-1 for definitions of climatic conditions).

Manufacturers' recommendations for operating temperatures and humidity shall be observed.

In the absence of such information, operating temperatures and humidity may be those shown in Table 2.

Table 2 – Limit values for operating conditions of batteries for photovoltaic applications

Battery type	Temperature range °C	Humidity %
Lead-acid	-15 to +40	< 90
Nickel-cadmium (standard electrolyte)	-20 to +45	< 90
Nickel-cadmium (high density electrolyte)	-40 to +45	< 90
Nickel-metal hydride	-20 to +45	< 90
Lithium-ion and other electro chemistries	To be verified with the battery manufacturer	To be verified with the battery manufacturer

The manufacturer should be consulted for operation at temperatures outside this range. Typically the life expectancy of batteries will decrease with increasing operating temperature.

Low temperature will reduce the discharge performance and the capacity of the batteries. For details, the manufacturer should be consulted.

4.4.11 Charge control

Excessive overcharge does not increase the energy stored in the battery. Instead, overcharge affects the water consumption in vented batteries and consequently the service interval. In addition, valve-regulated lead-acid batteries may dry out resulting in a loss of capacity and / or overheating.

Overcharge can be controlled by the use of proper charge controllers. Most non-aqueous systems, such as lithium-ion batteries and similar, will not accept any overcharge without damage or safety problems. Such batteries are normally supplied with a BMS (battery management system) that prevents, independently from its charge controller, that such overcharge happens.

The parameters of the regulator shall take into account the effects of the PV generator design, the load, the temperature and the limiting values for the battery as recommended by the manufacturer.

Vented lead-acid or nickel-cadmium batteries including those with partial gas recombination shall have sufficient electrolyte to cover at least the period between planned service visits. Overcharge in valve-regulated lead-acid batteries shall be carefully controlled to be able to reach the expected service life.

The water consumption is measured during the cycle test (see 8.4.6) and can be used together with the system's design information to estimate the electrolyte service intervals.

4.4.12 Physical protection

Physical protection shall be provided against consequences of adverse site conditions, for example, against the effects of:

- uneven distribution and extremes of temperature;
- exposure to direct sun light (UV radiation);
- air-borne dust or sand;
- explosive atmospheres;
- flooding, water vapour condensation and sea water spray;
- earthquakes;
- shock and vibration (particularly during transportation).

5 General requirements

5.1 Mechanical endurance

Batteries for photovoltaic application shall be designed to withstand mechanical stresses during transportation and handling taking in account that PVES installations may be accessed via unpaved roads and installed by less qualified personnel. Additional packing or protection shall be provided for off-road conditions.

Particular care shall be taken while handling unpacked batteries. Manufacturer's instructions shall be observed.

In case of specific requirements regarding mechanical stresses, such as earthquakes, shock and vibration, these shall be individually specified or referred to in a relevant standard.

5.2 Charge efficiency

The charge efficiency is the ratio between the quantity of electricity delivered during the discharge of a cell or battery and the quantity of electricity necessary to restore the initial state of charge under specified conditions (see IEC 60050-482:2004, 482-05-39).

NOTE The quantity of electricity is expressed in amperes-hours (Ah).

Where no data are available from the battery manufacturer, the following efficiencies as given in Table 3 may be assumed.

Table 3 – Battery Ah-efficiency at different states of charge at the reference temperature and a daily depth of discharge of less than 20 % of the rated capacity

State of charge (SOC) %	Efficiency Lead-acid cells %	Efficiency Nickel-cadmium and Ni-MH cells %	Efficiency Li-Ion cells
90	> 85	> 80	>> 95 %
75	> 90	> 90	>> 95 %
< 50	> 95	> 95	>> 95 %

5.3 Deep discharge protection

Lead-acid batteries shall be protected against deep discharge so to avoid capacity loss due to irreversible sulphation or passivation effect. This could be achieved by using a system that monitors the battery voltage and automatically disconnects the battery before it reaches its maximum depth of discharge (see manufacturer's recommendations).

Vented and partial gas recombination Nickel-cadmium batteries do not normally require this type of protection.

For the other types of batteries, the manufacturer's recommendations shall be followed.

5.4 Marking

The marking of the cells or monobloc batteries shall comply with the applicable standards listed in 7.2.

5.5 Safety

The applicable local regulations and the manufacturer's instructions shall be observed during transport, installation, commissioning, operation, maintenance, decommissioning and disposal.

5.6 Documentation

The manufacturer shall provide documentation for transport, installation, commissioning, operation, maintenance, decommissioning and disposal of such cells and batteries for photovoltaic applications.

The manufacturer shall advise if there are special considerations to be observed for the initial charging of batteries when only the photovoltaic array is available as the power source.

6 Functional characteristics

The batteries shall be characterized by their:

- rated capacity (see 8.1);
- endurance in cycling (see 8.2);
- charge retention (see 8.3);
- endurance in cycling in photovoltaic application (extreme conditions) (see 8.4).

7 General test conditions

7.1 Accuracy of measuring instruments

The accuracy of the measuring instruments shall be in compliance with the relevant requirements of the applicable standards listed in 7.2.

The parameters and accuracy values shall be in accordance with relevant clauses of the applicable standards listed in 7.2.

7.2 Preparation and maintenance of test batteries

The test batteries shall be prepared according to the procedures defined in the following standards or, in their absence, according to the manufacturer's instructions:

- IEC 60896-11 for stationary lead-acid batteries (vented types);
- IEC 60896-21 for stationary lead-acid batteries (valve-regulated types);
- IEC 61056-1 for portable lead-acid batteries (valve-regulated types);
- IEC 60622 for sealed nickel-cadmium batteries;
- IEC 60623 for vented nickel-cadmium batteries;
- IEC 62259 for nickel cadmium prismatic rechargeable single cells with partial gas recombination;
- IEC 61951-1 for portable nickel-cadmium batteries;
- IEC 61951-2 for portable nickel metal hydride batteries;
- IEC 61960 for portable lithium batteries.

NOTE The IEC 62620 for lithium batteries for use in industrial applications is under development.

8 Test method

8.1 Capacity test

Test batteries shall be selected, prepared, installed and tested according to the applicable standards listed in 7.2.

The verification of the rated capacity shall be performed by using a current of I_{10} (A) for lead-acid batteries, $0,2 I_1$ (A) for nickel-cadmium, Ni-MH, and Lithium batteries and I_{10} (A) for other batteries according to Table 4 and the relevant clauses of the applicable standards listed in 7.2.

The verification of the long duration capacity shall be performed according to Table 4, by using a current of I_{120} (A) and the relevant clauses of the applicable standards listed in 7.2.

The charging shall be carried out according to the relevant clauses of the applicable standards listed in 7.2.

Table 4 – Typical capacity ratings of batteries in photovoltaic applications

Capacity Ah	Current A		Discharge duration h	Final voltage V/cell	
	Lead-acid	Nickel-cadmium Ni-MH and lithium		Lead-acid	Nickel-cadmium and Ni-MH
C_{120}	I_{120}	I_{120}	120	1,85	1,00
C_{10}	I_{10}	-	10	1,80	-
C_5	-	$0,2 I_t$	5	-	1,00

NOTE For definitions, see Table 1.

For other batteries the battery manufacturer shall give at least the C_{120} rated capacity and the corresponding end voltage.

8.2 Generic cycling endurance test

The batteries shall be tested for generic cycling endurance according to the clauses, if any, of the applicable standards listed in 7.2.

8.3 Charge retention test

The batteries shall be tested for charge retention according to the clauses, if any, of the applicable standards listed in 7.2.

8.4 Cycling endurance test in photovoltaic applications (extreme conditions)

8.4.1 General

In photovoltaic applications the battery will be exposed to a large number of shallow cycles but at different states of charge. The test below is designed to simulate such service under extreme conditions by submitting the batteries at +40 °C, to several aggregates of discharge/charge cycles each comprising 50 cycles at low state of charge (phase A) and 100 cycles at high state of charge (phase B).

NOTE One set of 150 aggregate cycles is approximately equivalent to 1 year service in a PV energy storage application.

The cells or batteries shall therefore comply with the requirements of the test below, which is a simulation of the photovoltaic energy system operation:

- the test battery shall be selected, prepared and installed according to the applicable standards listed in 7.2;
- the test shall be carried out with a battery composed of such a number of cells that its open circuit voltage is > 12 V;
- the test battery shall meet or exceed the rated capacity value when tested for capacity according to 8.1;
- the test shall be started with the battery fully charged;
- the test battery shall be brought to a temperature of +40 °C ± 3 K and stabilized at this temperature for 16 h;
- the test battery shall be maintained at +40 °C ± 3 K throughout the test phase a) and b).

8.4.2 Phase A: shallow cycling at low state of charge (see Table 5)

8.4.2.1 Lead-acid batteries and other batteries

- Discharge the battery for 9 h with a current I_{10} (A)
- Recharge for 3 h with a current $1,03 I_{10}$ (A)
- Discharge for 3 h with a current I_{10} (A).

8.4.2.2 Nickel-cadmium, Ni-MH and Lithium batteries

- Discharge the battery for 9 h with a current $0,1 I_t$ (A)
- Recharge for 3 h with a current $0,103 I_t$ (A)
- Discharge for 3 h with a current $0,1 I_t$ (A).

The steps b) and c) shall be repeated 49 times

At the termination of the 49th execution of step c) the test batteries, still at $+40\text{ °C} \pm 3\text{ K}$, shall be fully charged according to the manufacturers recommendations and then cycling as specified for phase B shall be continued.

Table 5 – Phase A – Shallow cycling at low state of charge

	Discharge duration h	Charge duration h	Lead-acid and other batteries current A	Nickel-cadmium, Ni-MH and Lithium batteries current A
a)	9		I_{10} (A)	$0,1 I_t$ (A)
b)		3	$1,03 I_{10}$ (A)	$0,103 I_t$ (A)
c)	3		I_{10} (A)	$0,1 I_t$ (A)
Repeat b) to c) 49 times and continue to phase B.				

8.4.3 Phase B: shallow cycling at high state of charge (see Table 6)

• Lead-acid batteries and other batteries

- Discharge the battery for 2 h with a current $1,25 I_{10}$
- Recharge for 6 h with a current I_{10} (A) until for lead-acid batteries a voltage of 2,40 V/cell is reached, unless otherwise specified by the manufacturer, and then continue charging at 2,40 V/cell until a total charging time of 6 h is reached. For other batteries the charge voltage shall be limited to a safe level as specified by the manufacturer

• Nickel-cadmium, Ni-MH and lithium batteries

- Discharge the battery for 2 h with a current $0,125 I_t$ (A)
- Recharge for 6 h with a current $0,1 I_t$ (A) until, for vented Ni-Cd batteries, a voltage of 1,55 V/cell is reached unless otherwise specified by the manufacturer, then continue charging at 1,55 V/cell until a total charging time of 6 h is reached.

For Ni-MH and lithium batteries the charge voltage shall be limited to a safe level as specified by the manufacturer.

The steps a) and b) shall be repeated 99 times.

At the termination of the 99th execution of step b) the test battery shall be submitted to a capacity test according to 8.4.4.

Table 6 – Phase B – Shallow cycling at high state of charge

	Discharging time h	Charging time h	Lead-acid and other batteries current A	Nickel-cadmium, Ni-MH and lithium batteries current A
a)	2		$1,25 I_{10}$ (A)	$0,125 I_t$ (A)
b)		6	I_{10} (A) (For lead acid batteries charge voltage limited to 2,40 V/cell unless otherwise specified by the manufacturer)	$0,1 I_t$ (A) (For vented nickel cadmium batteries charge voltage limited to 1,55 V/cell unless otherwise specified by the manufacturer)
Repeat a) to b) 99 times				

8.4.4 Residual capacity determination

- At the conclusion of phase B, the battery shall be cooled down, under continued charge, to the temperature defined for a capacity test in the applicable standards as listed in 7.2, and then stabilized at this temperature for 16h.
- The residual capacity test for lead acid and other batteries shall be carried out with the I_{10} current to $1,80 V \times n$ cells for lead acid batteries and at the $0,2 I_t$ current to $1,00 V \times n$ cells for nickel-cadmium, and Ni-MH batteries. For lithium batteries and other batteries the end voltages are defined by the battery manufacturer.
- At the completion of the residual capacity test, and if no condition for test termination is encountered (see below), the batteries shall be recharged according to the manufacturer's specifications and a new set of phase A) cycles initiated.
- When the residual capacity is found in b) below 80 %, then the fully recharged batteries shall be submitted also to a determination of the C_{120} capacity according to the relevant standards and data of Table 4.

8.4.5 Test termination

The cycling endurance test in photovoltaic applications shall be considered terminated when one of the conditions below is fulfilled:

- When during the discharge c) of phase A, a battery with n cells showed a voltage of $n \times 1,5$ V/cell for lead acid batteries, $n \times 0,8$ V/cell for nickel cadmium or Ni-MH batteries or $n \times XYZ$ V/cell i.e. the manufacturer's recommended minimum safe cell voltage for Lithium and other batteries.
- When during the residual capacity determination according to 8.4.4, the determined capacity was found lower than 80 % of the rated capacity.
- The cycling endurance in photovoltaic applications shall be expressed in terms of completed aggregate phase A+B cycles before a limit, as specified in a) or b) above, was encountered together with the value of C_{120} capacity, expressed in per cent of the rated one, as determined at the conclusion of the test.

8.4.6 Water consumption of flooded battery types and cells with partial gas recombination

During the cycle endurance test, vented type batteries may be topped up with water to the level indicated and with a quality specified by the manufacturer. The amount of water added shall be measured and reported.

8.4.7 Requirements

The minimum number of completed A+B phase cycle sequences (150 cycles each) shall be not less than 3.

9 Recommended use of tests

9.1 Type test

Type tests are:

- the rated capacity test and the charge retention test;
- the generic cycling endurance test;
- the cycling endurance test in photovoltaic application (extreme conditions).

The minimum number of cell or monobloc batteries shall be as specified in the applicable standards listed in 7.2 or in 8.4 above.

9.2 Acceptance test

9.2.1 Factory test

The acceptance test shall be agreed between the customer and the supplier. Compliance to marking, labelling or to the rated capacity shall be verified.

9.2.2 Commissioning test

At commissioning a capacity test is recommended to demonstrate the integrity of the installed battery system.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-1:2013

Bibliography

IEC 60721-1, *Classification of environmental conditions – Part 1: Environmental parameters and their severities*

IEC 62620, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Large format secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications*¹

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-1:2013

¹ Under development.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-1:2013

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	22
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives	24
3 Termes et définitions	25
4 Conditions d'utilisation.....	25
4.1 Généralités.....	25
4.2 Système d'énergie photovoltaïque	25
4.3 Accumulateurs	25
4.4 Conditions générales de fonctionnement	26
4.4.1 Généralités.....	26
4.4.2 Autonomie	26
4.4.3 Courants de charge et de décharge typiques	26
4.4.4 Cycle journalier	26
4.4.5 Cycle saisonnier	26
4.4.6 Période d'état de charge élevé	27
4.4.7 Période prolongée en faible état de charge.....	27
4.4.8 Stratification de l'électrolyte.....	27
4.4.9 Stockage	28
4.4.10 Température de fonctionnement	28
4.4.11 Contrôle de la charge	29
4.4.12 Protection physique	29
5 Exigences générales	30
5.1 Résistance mécanique	30
5.2 Rendement de la charge	30
5.3 Protection contre les décharges profondes	30
5.4 Marquage	31
5.5 Sécurité.....	31
5.6 Documentation	31
6 Caractéristiques fonctionnelles	31
7 Conditions générales d'essai	31
7.1 Précision des instruments de mesure	31
7.2 Préparation et maintenance des batteries d'essais	31
8 Méthode d'essai	32
8.1 Essai de capacité	32
8.2 Essai d'endurance générique en cyclage	32
8.3 Essai de conservation de la charge	32
8.4 Essai d'endurance en cyclage pour applications photovoltaïques (conditions extrêmes)	33
8.4.1 Généralités.....	33
8.4.2 Phase A: cyclage peu profond à un faible état de charge (voir Tableau 5).....	33
8.4.3 Phase B: cyclage peu profond à un état de charge élevé (voir Tableau 6)	34
8.4.4 Détermination de la capacité résiduelle	34
8.4.5 Condition de fin de l'essai.....	35
8.4.6 Consommation d'eau des accumulateurs de type ouvert et éléments à recombinaison partielle des gaz.....	35

8.4.7 Exigences.....	35
9 Utilisation recommandée des essais	35
9.1 Essai de type	35
9.2 Essai d'acceptation	35
9.2.1 Essai en usine	35
9.2.2 Essai de mise en service	36
Bibliographie.....	37

Tableau 1 – Valeurs limites pour les conditions de stockage des accumulateurs en application photovoltaïque	28
---	----

Tableau 2 – Valeurs limites pour les conditions de fonctionnement des accumulateurs en application photovoltaïque	29
---	----

Tableau 3 – Rendement des accumulateurs (Ah) à différents états de charge à la température de référence et pour une profondeur de décharge journalière de moins de 20 % de la capacité assignée.....	30
--	----

Tableau 4 – Capacités typiques des accumulateurs en application photovoltaïque.....	32
---	----

Tableau 5 – Phase A – Cyclage peu profond à un faible état de charge	34
--	----

Tableau 6 – Phase B – Cyclage peu profond à un état de charge élevé	34
---	----

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-1:2013

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 1: Applications photovoltaïques hors réseaux

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 61427-1 a été établie par le comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

Cette première édition annule et remplace la deuxième édition de la CEI 61427 parue en 2005. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) une restructuration de la précédente édition du document;
- b) une clarification des différents articles en ce qui concerne les conditions d'utilisation, exigences générales, caractéristiques fonctionnelles, conditions générales d'essai, méthode d'essai et utilisation recommandée des essais, le but étant d'assurer une meilleure compréhension par l'utilisateur final;

- c) une distinction claire entre les applications en réseaux et hors réseaux pour les besoins futurs du marché.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/793/FDIS	21/802/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/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 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 la CEI.

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 la CEI 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61427-1:2013

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

Partie 1: Applications photovoltaïques hors réseaux

1 Domaine d'application

La présente partie de la série CEI 61427 donne des informations générales relatives aux exigences applicables aux accumulateurs utilisés dans les systèmes photovoltaïques (SPV) et aux méthodes d'essais spécifiques utilisées pour la vérification des performances de l'accumulateur. La présente partie traite des éléments et batteries utilisés dans les applications photovoltaïques hors réseaux.

NOTE La partie 2 de cette série portera sur les éléments et batteries utilisés pour le "stockage d'énergie renouvelable dans les applications en réseaux".

Cette Norme internationale ne contient pas d'informations spécifiques relatives aux dimensions des accumulateurs, aux méthodes de charge ou à la conception des systèmes photovoltaïques.

La présente norme s'applique à tous les types d'accumulateurs.

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).

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)* (disponible sous <www.electropedia.org>)

CEI 60622, *Accumulateurs alcalins ou autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments individuels parallélépipédiques rechargeables étanches au nickel-cadmium*

CEI 60623, *Accumulateurs alcalins ou autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments individuels parallélépipédiques rechargeables ouverts au nickel-cadmium*

CEI 60896-11, *Batteries stationnaires au plomb – Partie 11: Batteries au plomb du type ouvert – Prescriptions générales et méthodes d'essai*

CEI 60896-21, *Batteries stationnaires au plomb – Partie 21: Types étanches à soupapes – Méthodes d'essai*

CEI 61056-1, *Batteries d'accumulateurs au plomb-acide pour usage général (types à soupapes) – Partie 1: Prescriptions générales et caractéristiques fonctionnelles – Méthodes d'essai*

CEI 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols* (disponible en anglais seulement)

CEI 61951-1, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Accumulateurs individuels portables étanches – Partie 1: Nickel-cadmium*

CEI 61951-2, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non-acide – Accumulateurs individuels portables étanches – Partie 2: Nickel-métal hydrure*

CEI 61960, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Éléments et batteries d'accumulateurs au lithium pour applications portables*

CEI 62259, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Éléments d'accumulateurs individuels parallélépipédiques au nickel-cadmium à recombinaison partielle des gaz*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-482 concernant les accumulateurs et ceux donnés dans la CEI 61836 concernant les générateurs photovoltaïques s'appliquent.

4 Conditions d'utilisation

4.1 Généralités

Cet article précise les conditions particulières de fonctionnement que subissent les accumulateurs pour applications photovoltaïques pendant leur utilisation.

4.2 Système d'énergie photovoltaïque

Le système d'énergie photovoltaïque avec accumulateurs dont traite cette norme peut fournir une puissance constante, variable ou intermittente à l'équipement connecté (pompes, réfrigérateurs, systèmes d'éclairage, systèmes de communication, etc.).

4.3 Accumulateurs

Les accumulateurs principalement utilisés dans les systèmes photovoltaïques sont des types suivants:

- a) Ouverts (à électrolyte libre);
- b) étanches à soupapes, y compris ceux avec recombinaison partielle des gaz;
- c) étanches scellés.

Les accumulateurs sont normalement livrés dans les états de charge suivants:

- d) déchargés et vidés (accumulateurs au nickel-cadmium seulement);
- e) chargés et remplis;
- f) chargés secs et non-remplis (accumulateurs au plomb-acide seulement);
- g) déchargés et remplis (accumulateurs au nickel-cadmium seulement).

Pour une durée de vie optimale, les instructions du fabricant concernant la charge initiale doivent être suivies.

D'autres accumulateurs tels que ceux basés sur les systèmes électrochimiques au sodium ou au vanadium peuvent être potentiellement utilisés pour une telle application. Du fait que ces accumulateurs sont dans une phase d'adaptation pour une utilisation possible dans les systèmes PV, il est recommandé que leur fournisseur respectif soit contacté pour la planification, les essais et les détails de fonctionnement.

4.4 Conditions générales de fonctionnement

4.4.1 Généralités

Les accumulateurs dans un système photovoltaïque type fonctionnant dans des conditions climatiques tempérées peuvent être soumis aux conditions suivantes.

4.4.2 Autonomie

L'accumulateur est conçu pour fournir de l'énergie dans des conditions spécifiques pour une période donnée, typiquement des périodes allant de 3 jours à 15 jours sans ensoleillement.

Lors du choix de la capacité requise d'un accumulateur, il convient de prendre en considération les paramètres suivants, par exemple:

- le cycle saisonnier/journalier requis (il peut y avoir des restrictions sur la profondeur de décharge maximale);
- le temps requis pour accéder au site;
- le vieillissement;
- la température d'exploitation;
- l'augmentation future de la demande d'énergie.

4.4.3 Courants de charge et de décharge typiques

Les courants de charge et de décharge types sont les suivants:

- courant de charge maximal: I_{20} (A)
- courant de charge moyen: I_{50} (A)
- courant de décharge moyen déterminé par l'utilisation: I_{120} (A)

Selon la conception du système, le courant de charge et de décharge peuvent varier de façon plus large.

Dans certains systèmes, il faut que le courant côté utilisateur soit fourni en même temps que le courant de charge de la batterie.

NOTE 1 Les abréviations suivantes sont utilisées:

- C_{rt} est la capacité assignée déclarée par le fabricant en ampères heures (Ah)
- t est la base de temps en heures (h) pour laquelle la capacité est déclarée
- $I_{rt} = C_{rt}/t$

Pour les systèmes de batteries au nickel cadmium, nickel-métal hydrure et au lithium

- $I_{rt} = C_{rt}/1h$ dans le présent document *correspond* à $I_t = C_5/1h$

4.4.4 Cycle journalier

L'accumulateur est normalement exposé à un cycle journalier avec:

- a) une charge pendant la journée;
- b) une décharge pendant la nuit.

Une utilisation typique journalière résulte en une décharge comprise entre 2 % et 20 % de la capacité de l'accumulateur.

4.4.5 Cycle saisonnier

L'accumulateur peut être exposé à un cycle saisonnier de son état de charge. Ceci est dû aux conditions de charge moyenne variables comme suit:

- périodes de faible ensoleillement, par exemple pendant l'hiver, causant une faible production d'énergie. L'état de charge de l'accumulateur (capacité disponible) peut descendre à 20 % ou moins de la capacité assignée;
- périodes de fort ensoleillement, par exemple en été, ce qui ramènera l'accumulateur à des conditions de charge complète, avec la possibilité que l'accumulateur soit surchargé.

4.4.6 Période d'état de charge élevé

En été par exemple, la batterie d'accumulateurs fonctionnera à un état de charge élevé, habituellement entre 80 % et 100 % de la capacité assignée.

La tension maximale de la batterie d'accumulateurs pendant la période de recharge est normalement limitée par un système régulateur de tension.

NOTE Dans un système photovoltaïque «autorégulé», la tension de l'accumulateur n'est pas limitée par un contrôleur de charge mais par les caractéristiques du générateur photovoltaïque.

Le concepteur du système choisit normalement la tension de charge maximale de la batterie d'accumulateurs comme un compromis permettant de ramener aussi vite que possible la batterie à un état de charge maximal pendant la période d'été tout en évitant une surcharge excessive.

La surcharge augmente la production de gaz, ce qui conduit à une consommation d'eau dans les éléments ouverts. Dans les éléments au plomb étanches à soupapes, la surcharge provoque une consommation d'eau et des émissions gazeuses moindres, mais davantage de chaleur.

Typiquement, la tension maximale de charge est 2,4 V par élément pour les accumulateurs au plomb-acide et 1,55 V par élément pour les accumulateurs au nickel-cadmium ouverts à la température de référence spécifiée par le fabricant. Certains régulateurs permettent à la tension de l'accumulateur de dépasser ces valeurs pendant une courte période en tant que «charge d'égalisation ou charge élevée». Pour les autres batteries, les fabricants de batterie doivent donner les valeurs de tensions de charge les plus adaptées. Si la température de fonctionnement s'éloigne de manière significative de la température de référence, la tension de charge doit être compensée en fonction de la température de la batterie selon les instructions du fabricant.

L'espérance de vie attendue d'un accumulateur dans un système photovoltaïque, même régulièrement maintenu à un état de charge élevé, peut être considérablement inférieure à la durée de vie annoncée pour un accumulateur maintenu en charge flottante.

4.4.7 Période prolongée en faible état de charge

Pendant les périodes de faible ensoleillement, l'énergie produite par le panneau photovoltaïque peut ne pas être suffisante pour recharger complètement l'accumulateur. L'état de charge baisse alors et le cyclage se fait à un faible état de charge. Un faible rendement de l'ensoleillement sur le panneau photovoltaïque peut être le résultat d'une situation géographique donnée, associée à l'hiver, à des périodes nuageuses et de pluies importantes, ou à une accumulation de poussières sur les panneaux.

4.4.8 Stratification de l'électrolyte

La stratification de l'électrolyte peut survenir dans les accumulateurs au plomb-acide. Dans les accumulateurs au plomb-acide ouverts, la stratification de l'électrolyte peut être évitée grâce à un brassage de l'électrolyte ou à une surcharge périodique en cours d'utilisation. Dans les accumulateurs plomb-acide étanches à soupapes, la stratification de l'électrolyte peut être évitée soit par conception soit en les exploitant selon les instructions du fabricant.

4.4.9 Stockage

Les recommandations de stockage des fabricants doivent être respectées. En l'absence d'information de la part des fabricants, on peut estimer la durée de stockage en fonction des conditions climatiques selon le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 – Valeurs limites pour les conditions de stockage des accumulateurs en application photovoltaïque

Type d'accumulateurs	Plage de températures °C	Humidité %	Période de stockage pour les accumulateurs	
			Avec électrolyte	Sans électrolyte
Plomb acide	-20 à +40	< 90	Jusqu'à 12 mois (en fonction de la conception)	1-2 ans (chargés et secs)
Nickel-cadmium	-20 à +50 (électrolyte standard)	< 90	Jusqu'à 6 mois	1-3 ans (totalement déchargés, vidés et bouchés)
	-40 à +50 (électrolyte à haute densité)			
Nickel-métal hydrure	-40 à +50	< 90	Jusqu'à 6 mois	N/A
Lithium-ion	-20 à +50	< 90	Jusqu'à 12 mois	N/A

Les limites exactes des conditions de stockage doivent être vérifiées auprès du fabricant.

En présence d'électrolyte, les batteries au plomb-acide ou au nickel-cadmium doivent être stockées à partir de l'état de pleine charge.

Une perte de capacité additionnelle peut provenir de l'exposition de l'accumulateur à une température et une humidité élevées pendant le stockage.

La température d'un accumulateur stocké dans un conteneur au soleil peut monter à +60 °C ou plus pendant la journée. Il convient d'éviter cela en le mettant à l'ombre ou en le refroidissant.

4.4.10 Température de fonctionnement

Les variations de température auxquelles est soumise une batterie d'accumulateurs sur site pendant le fonctionnement est un facteur important dans le choix d'une batterie d'accumulateurs et de l'espérance de vie attendue (voir la CEI 60721-1 pour les définitions des conditions climatiques).

Les recommandations données par les fabricants concernant les conditions de température et d'humidité en fonctionnement doivent être observées.

En l'absence de ces indications, les conditions de température et d'humidité peuvent être celles données dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Valeurs limites pour les conditions de fonctionnement des accumulateurs en application photovoltaïque

Type d'accumulateurs	Plage de températures °C	Humidité %
Plomb-acide	-15 à +40	< 90
Nickel-cadmium (électrolyte standard)	-20 à +45	< 90
Nickel-cadmium (électrolyte à haute densité)	-40 à +45	< 90
Nickel-métal hydrure	-20 à +45	< 90
Lithium-ion et autres couples électrochimiques	A vérifier avec le fabricant de la batterie	A vérifier avec le fabricant de la batterie

Il convient de consulter le fabricant pour les températures de fonctionnement hors de cette plage. Généralement, l'espérance de vie des batteries diminuera avec l'augmentation de température de fonctionnement.

Une température basse réduit les performances de décharge et la capacité des accumulateurs. Pour plus de détails, il convient de consulter le fabricant.

4.4.11 Contrôle de la charge

Une surcharge excessive n'accroît pas l'énergie stockée dans l'accumulateur. Au lieu de cela, la surcharge a une incidence sur la consommation d'eau dans les accumulateurs ouverts et en conséquence sur la fréquence de la maintenance. De plus, les accumulateurs plomb-acide à régulation par soupape peuvent se dessécher par perte d'eau avec une perte de capacité et/ou une surchauffe.

La surcharge peut être contrôlée en utilisant des contrôleurs de charge adéquats. La plupart des systèmes non aqueux, tels que les batteries au lithium-ion et similaires, n'accepteront aucune surcharge sans dommage ou problèmes de sécurité. Ces batteries sont normalement fournies avec un SMB (système de management de batteries) qui empêche, indépendamment de leur régulateur de charge, que de telles surcharges se produisent.

Les paramètres du régulateur doivent être déterminés en fonction de la conception du générateur photovoltaïque, de la charge, de la température et des valeurs limites de l'accumulateur conformément aux instructions du fabricant.

Les accumulateurs au plomb-acide ou au nickel-cadmium ouverts, y compris ceux à recombinaison partielle des gaz, doivent avoir suffisamment d'électrolyte pour couvrir au moins la période prévue entre chaque visite d'entretien. La surcharge dans les accumulateurs plomb-acide à régulation par soupape doit être soigneusement contrôlée afin de permettre d'atteindre la durée de service prévue.

La consommation d'eau est mesurée pendant l'essai d'endurance en cycles (voir 8.4.6), et peut être utilisée avec les informations de conception des systèmes pour l'estimation de la fréquence d'entretien de l'électrolyte.

4.4.12 Protection physique

Des protections physiques doivent être installées pour parer aux conséquences des conditions défavorables du site d'installation, par exemple contre les effets:

- d'une mauvaise répartition de la température ou de températures extrêmes;
- d'une exposition directe au rayonnement solaire (rayonnement UV);
- des poussières ou du sable dans l'air;

- des atmosphères explosives;
- d'une inondation, de la condensation de vapeur d'eau ou des embruns;
- des tremblements de terre;
- des chocs et des vibrations (notamment pendant le transport).

5 Exigences générales

5.1 Résistance mécanique

Les accumulateurs pour applications photovoltaïques doivent être conçus pour résister à des contraintes mécaniques normales pendant le transport et la manutention en tenant compte que les installations des systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie peuvent être accessibles via des routes non pavées et installées par un personnel moins qualifié. Un emballage ou une protection supplémentaire doivent être fournis pour des transports hors route.

Un soin particulier doit être pris lors du maniement des accumulateurs non emballés. Les instructions des fabricants doivent être respectées.

En cas d'exigences spécifiques relatives à des efforts mécaniques tels que les tremblements de terre, chocs et vibrations, celles-ci doivent être spécifiées individuellement ou faire l'objet d'une référence dans la norme correspondante.

5.2 Rendement de la charge

Le rendement de la charge est le rapport entre la quantité d'électricité débitée lors de la décharge d'un accumulateur et la quantité d'électricité nécessaire pour rétablir l'état de charge initial dans des conditions spécifiées (voir CEI 60050-482:2004, 482-05-39).

NOTE La quantité d'électricité est exprimée en ampères-heures (Ah).

Lorsqu'il n'y a pas de données disponibles du fabricant d'accumulateurs, les rendements indiqués dans le Tableau 3 peuvent être pris comme base.

Tableau 3 – Rendement des accumulateurs (Ah) à différents états de charge à la température de référence et pour une profondeur de décharge journalière de moins de 20 % de la capacité assignée

Etat de charge %	Rendement des éléments au plomb %	Rendement des éléments nickel-cadmium et au nickel-métal hydrure %	Rendement des éléments au lithium-ion
90	> 85	> 80	>> 95 %
75	> 90	> 90	>> 95 %
< 50	> 95	> 95	>> 95 %

5.3 Protection contre les décharges profondes

Les accumulateurs au plomb doivent être protégés contre les décharges profondes pour éviter la perte de capacité due à une sulfatation irréversible ou à des effets de passivation. Cela peut être obtenu en utilisant un système qui contrôle la tension de la batterie et qui déconnecte automatiquement la batterie avant qu'elle n'atteigne sa profondeur de décharge maximale (voir les recommandations du fabricant).

Les batteries au nickel-cadmium ouvertes et à recombinaison de gaz partiel n'ont normalement pas besoin de ce type de protection.

Pour les autres types de batteries, les recommandations du fabricant doivent être suivies.

5.4 Marquage

Les éléments ou les monoblocs d'accumulateurs doivent être marqués conformément aux instructions des normes applicables définies en 7.2.

5.5 Sécurité

Se référer à la législation ou règlements de pays ou régions concernées et aux instructions du fabricant pour les procédures à observer pour le transport, l'installation, la mise en service, l'exploitation, la maintenance, le démantèlement et le recyclage de ces éléments et batteries.

5.6 Documentation

Le fabricant doit fournir les documents pour le transport, l'installation, la mise en service, l'exploitation, la maintenance, le démantèlement et le recyclage de ces éléments et batteries pour les applications photovoltaïques.

Le fabricant doit informer, le cas échéant, des conditions spéciales à observer relatives à la charge initiale des accumulateurs, quand les panneaux photovoltaïques constituent la seule source d'énergie disponible.

6 Caractéristiques fonctionnelles

Les batteries doivent être caractérisées par leur:

- capacité assignée (voir 8.1);
- endurance en cyclage (voir 8.2);
- conservation de la charge (voir 8.3);
- endurance en cyclage dans des applications photovoltaïques (conditions extrêmes) (voir 8.4).

7 Conditions générales d'essai

7.1 Précision des instruments de mesure

La précision des instruments de mesure doit être conforme aux exigences correspondantes des normes applicables listées en 7.2.

Les paramètres et la précision des valeurs doivent être conformes aux articles correspondants des normes applicables listées en 7.2.

7.2 Préparation et maintenance des batteries d'essais

Les échantillons pour les essais doivent être préparés selon les procédures établies dans les normes suivantes, ou, en leur absence, conformément aux instructions du fabricant:

- dans la CEI 60896-11 pour les batteries stationnaires au plomb-acide (type ouvert);
- dans la CEI 60896-21 pour les batteries stationnaires au plomb-acide (type à soupapes);
- dans la CEI 61056-1 pour les batteries au plomb-acide portatives (type à soupapes);
- dans la CEI 60622 pour les éléments étanches au nickel-cadmium;
- dans la CEI 60623 pour les éléments ouverts au nickel-cadmium;
- dans la CEI 62259 pour les éléments prismatiques rechargeables au nickel-cadmium avec recombinaison de gaz partielle;