

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

**Battery charge controllers for photovoltaic systems – Performance and functioning**

**Contrôleurs de charge de batteries pour systèmes photovoltaïques – Performance et fonctionnement**



**THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED**  
**Copyright © 2010 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  
Email: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [www.iec.ch](http://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.

- Catalogue of IEC publications: [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

---

## 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.

- Catalogue des publications de la CEI: [www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut-f.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm)

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

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

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: [www.iec.ch/webstore/custserv/custserv\\_entry-f.htm](http://www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)  
Tél.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62509

Edition 1.0 2010-12

**INTERNATIONAL  
STANDARD**

**NORME  
INTERNATIONALE**

**Battery charge controllers for photovoltaic systems – Performance and functioning**

**Contrôleurs de charge de batteries pour systèmes photovoltaïques – Performance et fonctionnement**

**INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION**

**COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE**

**PRICE CODE  
CODE PRIX**

**U**

ICS 27.160

ISBN 978-2-88912-307-0

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions.....	6
4 Functionality and performance requirements of a PV BCC .....	8
4.1 General.....	8
4.2 Applicability of requirements .....	8
4.3 Battery lifetime protection requirements.....	9
4.3.1 Prevent leakage current from battery to PV generator .....	9
4.3.2 Basic battery charging functions .....	9
4.3.3 Charging regime .....	9
4.3.4 Set-point security .....	10
4.3.5 Load disconnect capability .....	11
4.4 Energy performance requirements .....	11
4.4.1 Stand by self-consumption .....	11
4.4.2 BCC efficiency .....	11
4.5 Protection and fail safe requirements .....	11
4.5.1 Thermal performance .....	11
4.5.2 Overcurrent operation.....	12
4.5.3 PV generator and battery reverse polarity.....	12
4.5.4 Open circuit on battery terminals (no battery connection) .....	12
4.6 User interface requirements .....	12
4.6.1 General.....	12
4.6.2 Operational information.....	12
4.6.3 User adjustable set-points and parameters .....	13
4.6.4 Alarms .....	13
5 Tests.....	13
5.1 General conditions for tests.....	13
5.1.1 Setup and preconditioning for tests .....	13
5.1.2 DC power sources for testing .....	14
5.1.3 General test setup.....	14
5.1.4 Reverse current test setup .....	15
5.1.5 Charging cycle test setup.....	16
5.1.6 Efficiency, thermal performance and PV overcurrent test setup.....	18
5.2 Battery lifetime protection tests .....	19
5.2.1 Battery to PV generator leakage current test.....	19
5.2.2 Charging cycle tests .....	19
5.2.3 Load disconnect / load reconnect test .....	20
5.3 Energy performance tests .....	21
5.3.1 Standby self-consumption test .....	21
5.3.2 Efficiency test .....	22
5.4 Protection and fail safe tests .....	22
5.4.1 Thermal performance test .....	22
5.4.2 PV overcurrent protection test .....	23
5.4.3 Load over current protection test .....	23
5.4.4 Battery reverse polarity test.....	24

5.4.5	PV generator reverse polarity test.....	24
5.4.6	Battery open circuit test.....	25
5.5	User interface tests.....	25
Annex A (informative)	Battery charging guideline.....	27
Figure 1	– General test setup.....	15
Figure 2	– Reverse current test setup.....	16
Table 1	– Requirements for self consumption.....	11
Table A.1	– Battery charging setpoint guideline.....	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**BATTERY CHARGE CONTROLLERS FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS –  
PERFORMANCE AND FUNCTIONING**

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 62509 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This standard is to be read in conjunction with IEC 62093.

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

FDIS	Report on voting
82/614/FDIS	82/623/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 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.

# BATTERY CHARGE CONTROLLERS FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS – PERFORMANCE AND FUNCTIONING

## 1 Scope

This International Standard establishes minimum requirements for the functioning and performance of battery charge controllers (BCC) used with lead acid batteries in terrestrial photovoltaic (PV) systems. The main aims are to ensure BCC reliability and to maximise the life of the battery. This standard shall be used in conjunction with IEC 62093, which describes test and requirements for intended installation application. In addition to the battery charge control functions, this Standard addresses the following battery charge control features:

- photovoltaic generator charging of a battery,
- load control,
- protection functions,
- interface functions.

This standard does not cover MPPT performance, but it is applicable to BCC units that have this feature.

This standard defines functional and performance requirements for battery charge controllers and provides tests to determine the functioning and performance characteristics of charge controllers. It is considered that IEC 62093 is used to determine the construction requirements for the intended installation which includes but is not limited to aspects such as the enclosure, physical connection sturdiness and safety.

This standard was written for lead acid battery applications. It is not limited in terms of the BCC capacity to which it may be applied, however, the requirements for test equipment when applied to BCC with high voltage or current, for example, greater than 120 V or 100 A, may be difficult to achieve. These approaches may be applicable to other power sources and other battery technologies like Ni-Cd batteries by using the corresponding values of cell voltages.

## 2 Normative references

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

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

IEC 62093, *Balance-of-system components for photovoltaic systems – Design qualification natural environments*

## 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61836 apply as well as the following.

### 3.1

#### **battery charge controller (BCC)**

an electronic device/s that controls the charging and discharging of the battery in a photovoltaic energy system. The charge control function may be included as a subsystem within another product.

### 3.2

#### **bulk charge**

initial charging stage aimed at restoring the battery charge as fast as possible, in which all the available charging current from the PV generator, or the maximum current rating of the BCC, is delivered to the battery.

NOTE Sometimes referred to as boost charge.

### 3.3

#### **bulk voltage**

threshold voltage used by the BCC as a control parameter to change charging mode from bulk charge to the next charging stage

NOTE Sometimes referred to as boost voltage.

### 3.4

#### **bulk charge delay time**

the amount of time for which the bulk voltage is to be maintained before the change from the bulk charge stage to the next charging stage is made

### 3.5

#### **equalise current**

a constant current applied to the battery during equalise charge; normally determined by battery manufacturer recommendations

### 3.6

#### **equalise charge**

a relatively high voltage charging stage that is maintained for a defined time. Charge control can be achieved by constant voltage or constant current regulation or a combination of both. Equalise charge is intended to bring all cells to the same state of charge and remove electrolyte stratification in flooded cells by causing them to produce gas and stir the electrolyte.

### 3.7

#### **equalise voltage**

the voltage that the battery is allowed to reach during equalisation. This voltage is set above the gassing point for flooded batteries and below the maximum allowable voltage that the battery can withstand without damage.

### 3.8

#### **equalise time**

time that the equalise voltage is maintained from the moment that the battery has reached the equalise voltage, to the moment when the equalise charge is terminated to enter the next charging stage

### 3.9

#### **float charge**

a constant voltage charging stage in which the battery is maintained at a voltage below the gassing point to complete the charging cycle and compensate for battery self discharge

### 3.10

#### **float voltage**

the minimum constant voltage necessary to offset the internal losses of the battery

### 3.11

#### **load disconnect point**

condition (usually battery voltage) at which the load terminals of the charge controller are switched off to prevent the battery from over discharging, or at which a control signal or alarm

is triggered to signal a low battery state of charge. When the condition is a battery voltage, the abbreviation LVD (Low Voltage Disconnect) is usually used.

### 3.12

#### **load reconnect point**

condition (usually battery voltage) at which the load terminals of the charge controller are switched back on to allow the battery to supply the load, or at which a control signal or alarm is switched off to signal a battery state of charge that warrants the supply of the load. When the condition is a battery voltage, the abbreviation LVR (Low Voltage Reconnect) is usually used.

### 3.13

#### **self-adaptive**

an algorithm that modifies the charge controller set-points based on state of charge calculations, battery state of charge history, etc., or a combination of these parameters

### 3.14

#### **temperature compensation for end of charge voltage set-points**

a temperature dependent coefficient applied to the end of charge voltage set-points when the temperature of the battery differs from the reference temperature (usually 25 °C). In addition to the temperature coefficient, temperature compensation normally has minimum and maximum limits that should be adhered to (i.e. voltage set-points should be constrained within a range).

## **4 Functionality and performance requirements of a PV BCC**

### **4.1 General**

This Clause describes the performance and functionality requirements for PV battery charge controllers (BCC). These requirements are divided in 5 main categories:

- Battery lifetime protection.
- Efficiency.
- User interface.
- Fail safe functions.
- Marking and documentation.

The provisions in this standard are not intended to preclude or rule out innovative control techniques aimed at providing effective battery charging. These however shall be verifiable by testing.

### **4.2 Applicability of requirements**

Required provisions ensure reliable operation and essential protection functions, and are generally easily achievable on even inexpensive BCCs intended for small installations (e.g. single module installations at extra low voltage).

Recommended provisions ensure more effective battery charging, better efficiencies, longer battery lifetime and additional user interface functions. They are intended to provide and/or facilitate more advanced battery charging and load management.

### **4.3 Battery lifetime protection requirements**

#### **4.3.1 Prevent leakage current from battery to PV generator**

The BCC shall limit leakage current flowing from the battery to the PV generator in order to prevent battery discharging at night. The allowable reverse current on the PV side shall be  $\leq 0,1$  % of the BCC rated input current when the battery voltage is equal to the rated voltage.

Compliance shall be verified by test according to 5.2.1.

#### **4.3.2 Basic battery charging functions**

##### **4.3.2.1 General**

The BCC shall provide appropriate charging set-points and load disconnect set-points for the specific battery technology or technologies it is intended to be used for.

##### **4.3.2.2 Protect battery from over-charge**

The BCC shall cut out or regulate the charging current to avoid over-charging of the battery according to battery manufacturer recommended end of charge set-point.

Compliance shall be determined by test according to 5.2.2.

##### **4.3.2.3 Protect battery from over-discharge**

The BCC shall have a provision to prevent the battery from over-discharging either by directly interrupting the current to the load, or by a trip signal to enable an external piece of equipment to stop the current to the load, or an alarm.

If battery over-discharge protection is achieved by means of audible or visible alarms that prompt the system user to disconnect all or non-essential load, this shall be clearly stated in the operation manual.

If over-discharge protection is reliant on the installation of an external device that provides over-discharge protection (such as an inverter), this fact shall be clearly stated in the installation manual.

Battery over-discharge protection can be triggered by a battery voltage measurement, a state of charge calculation, a combination of both or other algorithms. The protection set-points may be current compensated. Battery over-discharge protection set-point shall be verifiable by testing. The BCC documentation and/or interface shall clearly specify the algorithms and criteria used to establish the load disconnect and reconnect set-points.

Compliance shall be determined by test according to 5.2.3.

##### **4.3.2.4 Set-point accuracy**

The BCC measurement accuracy for voltage set-points for charge control shall be  $\pm 1$  % or better. For load disconnect it shall be  $\pm 2$  % or better.

Compliance shall be determined by test according to 5.2.2 and 5.2.3.

### **4.3.3 Charging regime**

#### **4.3.3.1 General**

The BCC shall be matched to the specific battery technology for its intended use to ensure that correct charging set-points are implemented. The PV BCC can use a variety of methods

to ensure correct charging of batteries, the requirements in this clause include some of the possible solutions and do not limit other solutions.

#### **4.3.3.2 Required charging stages**

As a minimum, PV battery charge controllers shall have bulk and float charging stages.

NOTE Some manufacturers give charging stages different names in their documentation than those defined in this standard. Care must be taken to identify the charging characteristics appropriately for each individual unit or manufacturer and cross-reference with the terminology used in this standard.

#### **4.3.3.3 Recommended charging stages**

In addition to the requirements of 4.3.3.2, battery charge controllers should provide equalise charge periodically to the battery. The periodicity of equalise charge should be more than 7 days.

#### **4.3.3.4 Adjustable charging set-points**

In order to ensure correct charging regime for the battery type, charging set-points should be adjustable or automatically selected either by means of individual set-point adjustment, or by battery type selection or self-detection of type of battery. This can be achieved by hardware means or software through user interface or by adjusting set-points as directed in manuals.

The specific charging regime used depends on the battery technology specified. A guide for the battery set-points for testing purposes where such information is unavailable from the manufacturer is given in Annex A.

Self-adaptive set-points based on advanced algorithms shall be able to be verified using information provided by the user interface and the BCC documentation. No specific test procedure has been developed for devices employing these advanced techniques.

NOTE Adjustable set-points may not be required for BCCs intended for low power applications (< 250 W) and for a particular type of battery.

#### **4.3.3.5 Temperature compensated charging set-points**

Bulk, float, and other high voltage or end of charge set-points should be temperature compensated. Temperature compensation if provided should be in accordance with battery manufacturer recommendations for the particular type of battery. Temperature compensated set-points shall be identifiable from the charge controller documentation.

NOTE Lead acid battery manufacturers typically specify a temperature compensation coefficient of  $-5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}/\text{Cell}$ .

#### **4.3.3.6 Voltage drop compensation for set-point measurement**

The BCC should provide a means to compensate for voltage drop in battery cables, or provide installation instructions to minimise voltage drop.

If the battery charge controller has the provision for battery sense cables, it shall be able to operate with or without these. This is to protect the unit against unintended disconnection of the battery sense cables. This requirement is tested according to 5.2.2 and 5.2.3 by performing the test with and without the sense wires connected at 25 °C test conditions.

#### **4.3.4 Set-point security**

Charging set-points shall be secured against change other than by a deliberate and qualified action.

Compliance shall be determined by inspection of the unit and accompanying operating instructions.

NOTE 1 This clause does not apply to battery charge controllers with fixed set-points.

NOTE 2 The use of a tool or password are acceptable means of protection.

### 4.3.5 Load disconnect capability

Where over-discharge protection is provided by means of load disconnect functionality the load disconnect and reconnect set-points shall be verified by testing according 5.2.3.

The load could be either a load directly switched or a load controlled by the BCC by other means. In the case of a BCC directly switching the load this should be provided by means of an integrated load breaking switching device.

If a BCC has multiple load disconnect set-points, these shall be verifiable by testing and able to be determined from the BCC user interface and/or clearly written in documentation.

NOTE Battery over discharge protection is a mandatory feature (see 4.3.2.3). BCC load disconnection capability is recommended only, but it must be achieved by other external means if not provided by the BCC, as it is essential for battery lifetime protection.

## 4.4 Energy performance requirements

### 4.4.1 Stand by self-consumption

With no PV input or load the self-consumption of a PV BCC shall be as detailed in Table 1, when the battery voltage is equivalent to 2,1 V/Cell  $\pm$  2 %, and the ambient temperature is 25 °C  $\pm$  2 °C.

Compliance shall be determined by test according to 5.3.1.

**Table 1 – Requirements for self-consumption**

Nominal charging current	Maximum self-consumption
< 5 A	5 mA
5 A $\leq$ I $\leq$ 50 A	0,1 % of nominal charging current
> 50 A	50 mA

NOTE The limits given in Table 1 are intended for the charge controller function in “night time” mode. Where there are other peripheral equipment such as load management devices, displays, data loggers and others that share the power supply of the BCC, these shall be disabled or disconnected from the BCC if possible.

### 4.4.2 BCC efficiency

Power efficiency of the BCC shall be evaluated from 10 % to 100 % of the rated charging current, at a battery voltage equivalent to 2,2 V/Cell  $\pm$  2 % and at ambient temperature of 25 °C  $\pm$  2 °C.

The efficiency shall be determined by test according to 5.3.2[N1].

## 4.5 Protection and fail safe requirements

### 4.5.1 Thermal performance

The BCC shall be capable of handling rated input current/power from the generator and, simultaneously, rated load current to load terminals (if provided) for at least 1 h at the manufacturer’s specified maximum rated ambient operating temperature  $\pm$  2 °C. Battery voltage shall be 2,2 V/Cell  $\pm$  2 %.

Compliance shall be determined by test according to 5.4.1.

NOTE Depending on the relative ratings of PV input and loads terminals, this test may result in battery charge or discharge conditions.

## **4.5.2 Overcurrent operation**

### **4.5.2.1 PV side**

The BCC shall not be damaged by excessive current from the PV generator up to 125 % of the full rated current. The BCC shall continue to operate normally after such an event and shall not require manual resetting.

NOTE The reset time for any automatic resetting trip mechanism, should be no longer than the time indicated in the manufacturer's instructions, if specified.

Compliance shall be determined by test according to 5.4.2.

### **4.5.2.2 Load side**

If the BCC has a load terminal, this terminal shall be current protected to prevent over loads from causing damage to the operation of the essential PV BCC functions.

Compliance shall be determined by test according to 5.4.3.

The rating of the load terminals should match the requirement of the intended application/s.

## **4.5.3 PV generator and battery reverse polarity**

The BCC shall be protected from reverse polarity connection of the PV generator or the battery by hardware or by documented procedure and markings.

NOTE The preferred method of protection against reverse polarity is by hardware means, but procedural documentation is allowed. This is a concern during installation and battery replacement.

Compliance shall be determined by test according to 5.4.4 and 5.4.5.

### **4.5.4 Open circuit on battery terminals (no battery connection)**

BCC with load terminals shall be protected from damage to itself and protect the load from the open circuit voltage of the PV generator in the case of battery disconnection.

Compliance shall be determined by test according to 5.4.6.

## **4.6 User interface requirements**

### **4.6.1 General**

The user interface of a BCC should include any of the following types; LCD screen, LED indicators, audible alarms, relay contacts, other computer interface or other analogue or digital interface. The interface can provide the user with valuable information about the system operation if implemented properly.

The user interface may be integrated into another system component separate from the BCC such as an additional control/logging/interface unit that can be physically connected to the BCC or operate via wireless communication.

### **4.6.2 Operational information**

#### **4.6.2.1 General**

The level of information provided to the user is determined by the intended application and its specific requirements.

The user interface of the charge controller should provide information such as detailed in 4.6.2.2.

#### 4.6.2.2 Recommended operation information

- An indication of charging status (i.e. charging or not charging).
- An indication of load-disconnect state (or over discharge protection status).
- An indication of the state-of-charge of the connected battery.

Other additional operational information displayed by the unit may include but is not limited to:

- Charging set-points.
- Battery voltage.
- Charging current.
- Energy input/output.

#### 4.6.3 User adjustable set-points and parameters

If user-adjustable set-points or parameters are provided, the user interface shall provide a facility to modify and display those adjustments as specified in 4.3.3.4.

NOTE This clause does not apply to battery charge controllers with fixed set-points.

Compliance shall be determined by inspection of the unit and accompanying user/installation manual.

#### 4.6.4 Alarms

The following conditions should be signalled by the user interface:

- Low battery state of charge / Low battery voltage / Low availability.
- Load disconnect.
- BCC trip (e.g. by over temperature).

Visible and/or audible alarms, clearly identifiable by the system user, shall be triggered within the unit in case of any of the above conditions occurring. Audible alarms shall be time limited and revert to a visible alarm or be pulsed.

Compliance shall be determined by test according to 5.2.2 and 5.2.3.

## 5 Tests

### 5.1 General conditions for tests

#### 5.1.1 Setup and preconditioning for tests

The BCC shall be mounted and installed according to the instructions supplied with the unit. Where the BCC is intended to be installed in a particular manner or configuration (e.g. wall-mounting), the installation shall mimic such conditions.

The BCC shall be installed in a temperature-controlled chamber for all tests. The test procedure shall not commence until the chamber and BCC temperatures have reached thermal stability.

## 5.1.2 DC power sources for testing

### 5.1.2.1 PV input

The power source used as the PV input should be a PV generator simulator, however, a voltage and current controlled power source in combination with a series resistor ( $R_S$  in the test diagrams) can be used.

If a PV generator simulator is used, it shall have the following minimum ratings:

- $V_{OC} \geq 2 \times V_{BAT-NOM}$
- $I_{SC} \geq 1,25 \times I_{BCC-IN}$

If a voltage and current controlled power source with a series resistor is used, it shall have the following minimum ratings:

- $V \geq 2 \times V_{BAT-NOM}$
- $I \geq 1,25 \times I_{BCC-IN}$

Where:

$V_{BAT-NOM}$  is the nominal battery voltage;

$I_{BCC-IN}$  is the rated battery charge controller PV input current.

### 5.1.2.2 Battery simulator

The power supply used for the battery simulation shall be voltage and current controlled and have the following minimum ratings:

- $V \geq 1,4 \times V_{BAT-NOM}$
- $I \geq 1,25 \times I_{BCC-OUT}$

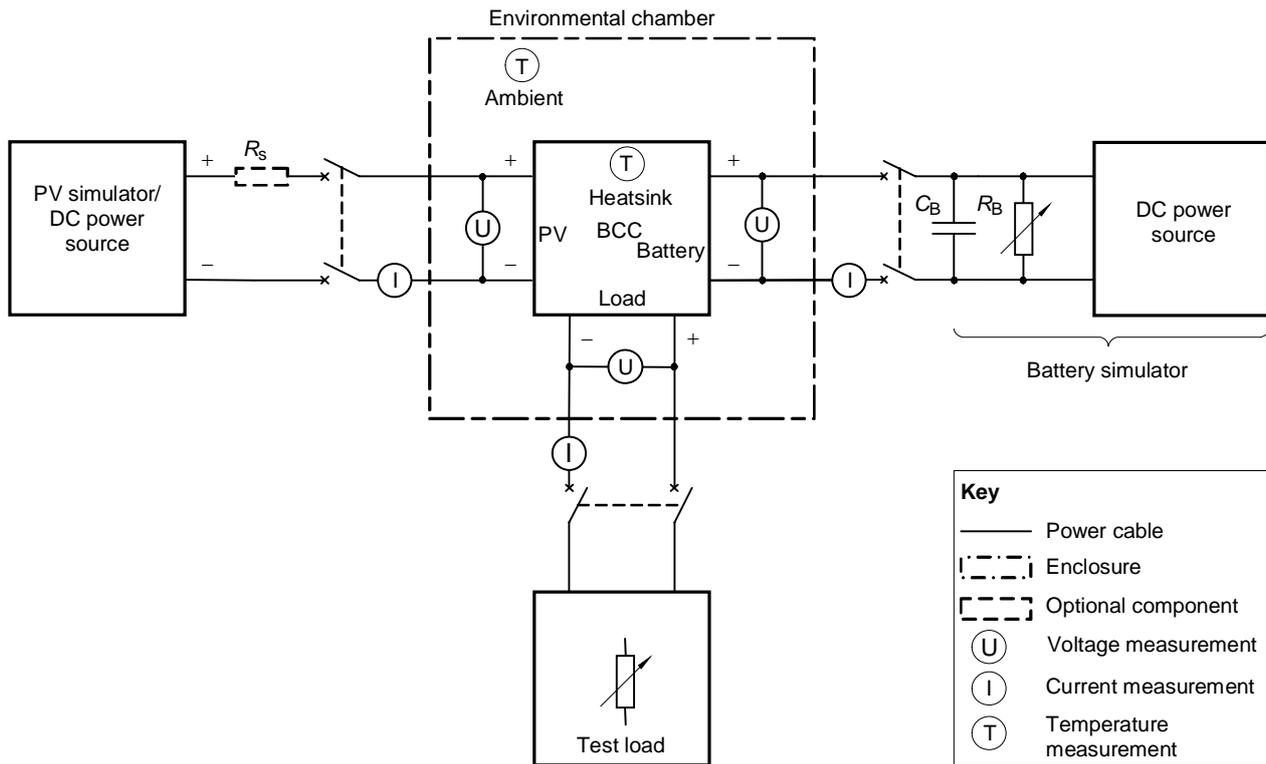
where:

$I_{BCC-OUT}$  is the rated battery charge controller battery charging current.

### 5.1.3 General test setup

The general test setup shall be as specified in Figure 1. Any variations or modifications to the basic setup for a particular test are specified in 5.1.4, 5.1.5 and 5.1.6 and in the corresponding test clauses.

Voltage measurements shall be made at the BCC terminals.



IEC 2889/10

Figure 1 – General test setup

#### 5.1.4 Reverse current test setup

The test setup shall be as specified in Figure 2.

The PV generator input resistance ( $R_{PV}$ ) shall be calculated using equations 1 and 2.

$$R_{PV} = 1440 \frac{N_S}{I_R} \quad (1)$$

$$P_{RPV} = \frac{(2,1N_C)^2}{R_{PV}} \quad (2)$$

where:

$R_{PV}$  is the PV generator resistance required to be connected to the system ( $\Omega$ );

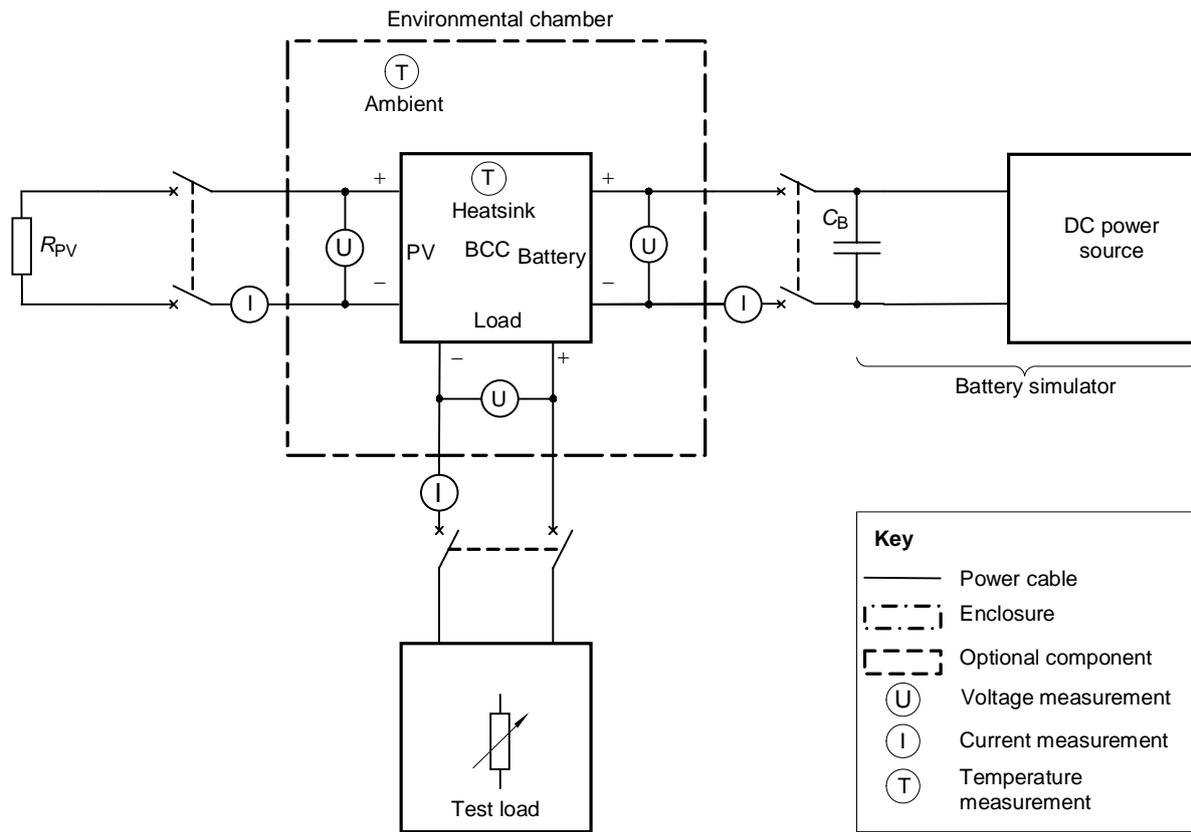
$N_S$  is the number of PV modules in series that would be used in each string for the BCC under test (considering 1 series module per each 12 V of nominal system voltage). It is assumed the standard number of PV cells in a module is 36 cells;

$I_R$  is the rated current (A) of the BCC;

$P_{RPV}$  is the minimum power (W) dissipation rating of  $R_{PV}$ ;

$N_C$  is the number of series cells of the battery, where 1 cell is equivalent to a nominal voltage of 2 V.

NOTE Equation 1 is based on the typical resistance of a-Si:H triple junction PV module technology.



IEC 2890/10

**Figure 2 – Reverse current test setup**

**5.1.5 Charging cycle test setup**

**5.1.5.1 General**

The test setup shall be as specified in Figure 1, with the considerations described below.

**5.1.5.2 PV input**

A PV generator simulator is the preferred option. If a PV generator simulator of the required voltage and/or current ratings is not available, use a power supply with a series resistor ( $R_S$ ).

If a power supply with series resistor is used, the PV power supply settings should be as follows:

$$V_{PV-PSU} = 1,25 \times V_{BAT-MAX} \tag{3}$$

$$I_{PV-PSU} = 10 \% \text{ of rated PV input current} \tag{4}$$

where:

$V_{BAT-MAX}$  is the maximum expected charging voltage during the set-point tests (e.g. maximum equalisation voltage at 25 °C;

$I_{PV-PSU}$  is the current setting of the PV input power supply;

$V_{PV-PSU}$  is the voltage setting of the PV input power supply.

The voltage drop in  $R_S$  should be between 10 % and 15 % of the voltage setting of the PV power supply unit (PSU), therefore:

$$\frac{0,1 \times V_{PV-PSU}}{I_{PV-PSU}} \leq R_S \leq \frac{0,15 \times V_{PV-PSU}}{I_{PV-PSU}} \quad (5)$$

Thus the minimum required power dissipation of  $R_S$  is given by:

$$P_{R_S} = I_{PV-PSU}^2 R_S \quad (6)$$

Where:

$R_S$  is the series resistance connected between the PV power supply and the battery charge controller.

### 5.1.5.3 Battery simulator

The battery side PSU is required as a back up for those BCCs that scan the PV IV curve and therefore disconnect the PV current for a few seconds to perform this operation. It is intended to prevent the battery voltage from dipping too much during such IV curve scans.

The settings of the battery backup PSU shall be:

$$0,9 \times V_{BAT} \leq V_{BAT-PSU} \leq 0,94 \times V_{BAT}$$

$$I_{BAT-PSU} = 120 \% \text{ of Expected charging current}$$

where:

$V_{BAT}$  is the battery voltage measured at the BCC terminals;

$V_{BAT-PSU}$  is the backup PSU voltage setting;

$I_{BAT-PSU}$  is the backup PSU current setting.

NOTE  $V_{BAT-PSU}$  should be adjusted every time the battery voltage is adjusted for testing as specified in the test steps in 5.2.2.2.

The battery capacitor value ( $C_B$ ) should be  $0,2 \text{ F} \pm 20 \%$ .

$R_B$  is a variable resistor that allows for battery voltage control. Its characteristics should be as follows:

$$R_{B-MIN} = \frac{V_{BAT-MIN}}{I_{CHG}}$$

$$R_{B-MAX} = \frac{V_{BAT-MAX}}{I_{CHG}}$$

$$P_{R_B} = V_{BAT-MAX} I_{CHG}$$

where:

$I_{CHG}$  is the battery charging current required for the test;

- $R_{B-MIN}$  is the minimum resistance required for the test;
- $R_{B-MAX}$  is the maximum resistance required for the test;
- $P_{R_B}$  is the minimum required power dissipation capacity of  $R_B$ ;
- $V_{BAT-MIN}$  is the minimum expected battery voltage during the set-point tests (e.g. simulating battery low state of charge).

## 5.1.6 Efficiency, thermal performance and PV overcurrent test setup

### 5.1.6.1 General

The test setup shall be as specified in Figure 1, with the considerations described in 5.1.5.2 and 5.1.6.2.

### 5.1.6.2 Battery simulator

The voltage on the battery terminals of the BCC shall remain constant for the duration of the tests. A battery simulator can be used if it can maintain a constant voltage. The use of voltage and current controlled power supply unit (PSU) is suitable for this test as long as the following points are considered.

The PSU connected to the BCC battery terminals in this case is required to provide a battery voltage reference ( $V_{BAT-PSU}$ ). This PSU shall operate in voltage regulation mode and supply current to  $R_B$  (see Figure 1) at all times during the test.

The settings of this PSU should be:

$$V_{BAT-PSU} = V_{BAT-TEST} \quad (7)$$

$$I_{BAT-PSU} = 1,3I_{CHG-MAX} \quad (8)$$

where:

$V_{BAT-TEST}$  is the test battery voltage measured at the BCC terminals (2,2 V/Cell for efficiency test);

$V_{BAT-PSU}$  is the battery PSU voltage setting;

$I_{CHG-MAX}$  is the maximum expected charging current.

NOTE  $V_{BAT-PSU}$  will normally need to be adjusted slightly at each charging current level to compensate for the changing voltage drop in the wiring.

The battery capacitor value ( $C_B$ , see Figure 1) shall be 0,1 F  $\pm$  20 %.

$R_B$  is a fixed resistor that dissipates the charging current plus the current from the battery PSU. Its characteristics should be as follows:

$$R_B = \frac{V_{BAT-TEST}}{1,15I_{CHG-MAX}} \pm 10 \% \quad (9)$$

$$P_{R_B} \geq 1,3V_{BAT-TEST}I_{CHG-MAX} \quad (10)$$

where:

$R_B$  is the battery setup resistor required for the test;

$P_{R_B}$  is the minimum required power dissipation capacity of  $R_B$ .

## 5.2 Battery lifetime protection tests

### 5.2.1 Battery to PV generator leakage current test

#### 5.2.1.1 Objective/scope

This test is intended to measure the reverse current through the BCC from the battery to the PV generator, when the PV generator is connected but not producing any current. The test verifies compliance with the requirements of 4.3.1. Measurements are to be made at  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ .

#### 5.2.1.2 Test setup

As specified in 5.1.4.

#### 5.2.1.3 Test procedure

- a) Connect test setup as specified in Figure 2.
- b) Ensure the conditions specified in 5.1.1 are met.
- c) Adjust the battery voltage to  $2,1\text{ V/Cell} \pm 2\%$ .
- d) Measure the current in the  $R_{PV}$  loop.

NOTE Some units may have a delay time, from the time the PV voltage is below the battery voltage to the time that it reduces PV generator leakage current.

- e) Compare result to requirement of 4.3.1.

### 5.2.2 Charging cycle tests

#### 5.2.2.1 Objective/scope

These tests are intended to measure the charging set-points of the BCC at  $25\text{ °C}$  and  $40\text{ °C}$ . Measurement at both temperatures allows for verification of set-point temperature compensation when the BCC has this capability.

In order to measure the charging set-points it is necessary to monitor a complete charging cycle including all available charging stages of the BCC under test. The number of charging stages varies across different types and manufacturers of BCCs. ON/OFF controllers only have two stages. Regulating units include bulk and float charging as a minimum and equalisation in most cases. Some more sophisticated BCCs include other regulating stages.

#### 5.2.2.2 Test setup

As specified in 5.1.5.

#### 5.2.2.3 Test procedure

- a) Connect test setup as specified in Figure 1.
- b) Ensure the conditions specified in 5.1.1 are met at  $25\text{ °C}$  chamber temperature.
- c) Adjust the battery simulator resistor ( $R_B$ ) to produce nominal battery voltage at 10 % of the rated charging current.
- d) Throughout the test, maintain the voltage setting of the battery PSU within the limits specified in 5.1.5.3 particular attention shall be given after each voltage change.

NOTE 1 This is to ensure that the battery voltage is controlled by the BCC and not the battery backup PSU.

- e) Set the PV input power supply operating parameters to produce 10 % charging current. For PWM controllers, the MPP voltage of the PV supply shall be  $140 \% \pm 2 \%$  of the nominal battery voltage and the open circuit voltage  $175 \% \pm 2 \%$  of the nominal battery voltage. For MPPT controllers the MPP voltage of the PV supply shall be the mid-point of the operating voltage window of the BCC  $\pm 2 \%$  and the open circuit voltage  $125 \% \pm 2 \%$  of the MPP voltage.
- f) Record input and output voltage and current as well as chamber temperature at a sampling rate that provides enough resolution of the parameters observed.

NOTE 2 A 20 second sampling rate generally provides enough resolution if the BCC input provides appropriate filtering of any PWM pulses. However, some units can present ripple voltages and currents with frequencies in the tens to hundreds of hertz; in these cases, the sampling frequency must be adjusted accordingly.

- g) Increase the battery voltage stepwise by increasing  $R_B$ , until the BCC starts to regulate the charging current in case of regulating controllers (PWM or MPPT) or has cut out the current in case of ON-OFF controllers. Wait 2 min or the specified delay time of the BCC + 1 min, whichever is greater, between voltage steps. Record this voltage as the end of bulk charge voltage.

NOTE 3 Take into account any temperature and/or current compensation when estimating the expected end of charge set-point.

NOTE 4 Battery voltage steps have to be consistent with the required measurement uncertainty, particularly close to the expected regulation set-points. 20 mV per battery cell is appropriate during voltage ramp-up, but 4 mV per battery cell or less is required near regulation points that trigger a step voltage change to ensure appropriate measurement uncertainty.

NOTE 5 Regulation can be identified by monitoring the input voltage and current with an oscilloscope.

- h) If the controller is of the regulating type, go to the next step. If the controller is of the ON-OFF type, decrease the voltage stepwise, until the BCC reconnects the PV current. Wait 2 min or the specified delay time of the BCC + 1 minute, whichever is greater, between voltage steps. Record this voltage as the return to charge voltage. Go to step i).

NOTE 6 Take into account any temperature and/or current compensation when estimating the expected end of charge set-point.

Battery voltage steps should be consistent with the required measurement uncertainty, particularly close to the expected regulation set-points.

- i) Force an equalization charge if this facility is available.
- j) Using an oscilloscope adjust the duty cycle of the BCC to 90 % by increasing  $R_B$ .
- k) Allow the charge controller to continue the charging cycle automatically (i.e. no further  $R_B$  adjustments should be necessary) until it has reached and stayed in float mode for at least half an hour to obtain stable readings and any possible drift behaviour. Record input and output voltages and currents at the different charging stages (equalise, float, etc.).
- l) Repeat test at 40 °C ambient (chamber) temperature.
- m) End of test.

### 5.2.3 Load disconnect / load reconnect test

#### 5.2.3.1 Objective/scope

This test is intended to verify the low voltage set-points used for load disconnect (LVD) and load reconnect (LVR). Measurements are required at 25 °C.

Some BCCs do not have load handling capabilities, but have auxiliary contacts that enable the control of the load by external switching devices.

NOTE Advanced BCC may not be dependent on voltage set-points in such cases a suitably modified procedure based on the BCC load control algorithm should be used.

### 5.2.3.2 Test setup

As specified in 5.1.3.

### 5.2.3.3 Test procedure

- a) Connect test setup as specified in Figure 1.

NOTE 1 For this test, disconnect  $R_b$  and the PV input PSU.

- b) Ensure the conditions specified in 5.1.1 are met at 25 °C chamber temperature.
- c) Set the battery PSU to produce a battery voltage of 2,1 V/cell and connect to the BCC.
- d) If the unit has load terminals, set the load resistance to produce a load current of  $10\% \pm 2\%$  of the rated load current at rated battery voltage. If the unit has control outputs for the low voltage disconnect function, set the load resistance to the control output to produce a load current that can be managed by this control output.
- e) Decrease the battery voltage stepwise, until the BCC disconnects the load (load terminal voltage and current = 0). Wait 2 min or the specified delay time of the BCC + 1 min, whichever is greater, between voltage steps. Record the voltage just before tripping as the LVD measurement.

NOTE 2 Take into account any temperature and/or current compensation when estimating the expected disconnect set-point.

Battery voltage steps should be consistent with the required measurement uncertainty, particularly close to the expected disconnect set-point.

- f) Increase the battery voltage stepwise, until the BCC reconnects the load (load terminal voltage =  $V_{BAT}$ ). Wait 2 min or the specified delay time of the BCC + 1 min, whichever is greater, between voltage steps. Record the voltage just before reconnecting as the LVR measurement.

NOTE 3 Take into account any temperature and/or current compensation when estimating the expected reconnect set-point.

Battery voltage steps should be consistent with the required measurement uncertainty, particularly close to the expected reconnect set-point.

- g) Repeat test at 40 °C ambient (chamber) temperature.
- h) End of test.

## 5.3 Energy performance tests

### 5.3.1 Standby self-consumption test

#### 5.3.1.1 Objective/scope

The aim of this test is to determine the self-consumption of the battery charge controller in standby mode (no PV input or load).

#### 5.3.1.2 Test setup

As specified in 5.1.3.

#### 5.3.1.3 Test procedure

- a) Connect test setup as specified in Figure 1.

NOTE For this test,  $R_b$  should be removed from the circuit and no PV input or load are required.

- b) Ensure the conditions specified in 5.1.1 are met at 25 °C chamber temperature.
- c) Adjust the battery voltage to 2,1 V/Cell  $\pm 2\%$ .

- d) Ensure the load terminals or auxiliary control output if present is in active or ON mode.
- e) Measure battery voltage and current; record the readings.
- f) Repeat measurements at 2,0, 1,9, 1,8 and 1,7 V/Cell in that sequence.
- g) End of test.

### 5.3.2 Efficiency test

#### 5.3.2.1 Objective/scope

The aim of this test is to determine the efficiency curves of the battery charge controller over the range 10 % to 100 % charging current at an ambient temperature of 25 °C.

#### 5.3.2.2 Test setup

As specified in 5.1.6.

#### 5.3.2.3 Test procedure

- a) Connect test setup as specified in Figure 1.

NOTE 1 For this test, no load is required.

- b) Ensure the conditions specified in 5.1.1 are met at 25 °C chamber temperature.
- c) Set the battery voltage to 2,2 V/Cell by adjusting the battery PSU while keeping  $R_B$  constant.

NOTE 2 Make sure that the battery PSU operates in constant voltage mode throughout the test.

- d) Adjust the PV input current to provide 10 % of rated charging current  $\pm 2$  %, and readjust  $V_{BAT-PSU}$  to produce a battery voltage of 2,2 V/Cell at the BCC terminals.
- e) Ensure that the BCC is operating in bulk mode, and that the load terminals or auxiliary control output (if present) is in active or ON mode.
- f) Measure input and output voltage, current and power and record these values at the 10 % charging current reading.
- g) Repeat steps d) to f) for 20 % to 100 % of charging current in 10 % increments.
- h) Remove supply from the PV input.
- i) Apply a resistive load of 100 % nominal current at the load terminals of the BCC.
- j) Measure the voltage drop and power efficiency of the BCC.

## 5.4 Protection and fail safe tests

### 5.4.1 Thermal performance test

#### 5.4.1.1 Objective/scope

This test is carried out to evaluate the performance of the charge controller at the maximum rated temperature and rated charging current in bulk mode. Where no manufacturer's maximum rated ambient operating condition is specified then this test is to be done at 40 °C. The effect of a load connected via integrated load switching device should be included in this test.

#### 5.4.1.2 Test setup

As specified in 5.1.6.

#### 5.4.1.3 Test procedure

- a) Connect test setup as specified in Figure 1.

- b) Ensure the conditions specified in 5.1.1 are met at the specified testing temperature  $\pm 2$  °C for chamber temperature.
- c) Set the battery voltage to 2,2 V/Cell by adjusting the battery PSU while keeping  $R_B$  constant.

NOTE Make sure that the battery PSU operates in constant voltage mode throughout the test.

- d) Ensuring that the BCC is operating in bulk mode, adjust the PV input current to provide 100 % of rated charging current  $\pm 2$  %, and readjust  $V_{BAT-PSU}$  to produce a battery voltage of 2,2 V/Cell at the BCC terminals.
- e) Apply rated load to load terminals, if provided.
- f) Record input and output voltage current and power, as well as heat-sink and chamber temperatures at 1 min intervals or faster for 1 h or until any thermal protection is triggered within the BCC (current regulation, shut down, etc.).

## 5.4.2 PV overcurrent protection test

### 5.4.2.1 Test setup

As specified in 5.1.6.

### 5.4.2.2 Objective/scope

This test is carried out to evaluate the performance of the charge controller under over load conditions at 25° C and 125 % of the rated charging current in bulk mode.

### 5.4.2.3 Test procedure

- a) Connect test setup as specified in Figure 1.

NOTE 1 For this test, no load is required.

- b) Ensure the conditions specified in 5.1.1 are met at 25 °C chamber temperature.
- c) Set the battery voltage to 2,2 V/Cell by adjusting the battery PSU while keeping  $R_B$  constant.

NOTE 2 Make sure that the battery PSU operates in constant voltage mode throughout the test.

- d) Ensuring that the BCC is operating in bulk mode, adjust the PV input current to provide 125 % of rated charging current  $\pm 2$  %, and readjust  $V_{BAT-PSU}$  to produce a battery voltage of 2,2 V/Cell at the BCC terminals.
- e) Record input and output voltage current and power, as well as heatsink and chamber temperatures at 1 min intervals or faster for 1 h or until any thermal protection is triggered within the BCC (current regulation, shut down, etc.).

## 5.4.3 Load over current protection test

### 5.4.3.1 Objective/scope

This test is carried out to evaluate the performance of the charge controller at 25 °C and 125 % of the rated load current.

### 5.4.3.2 Test setup

As specified in 5.1.3.

### 5.4.3.3 Test procedure

- a) Connect test setup as specified in Figure 1.

NOTE For this test,  $R_B$  should be removed from the circuit and no PV input is required.

- b) Ensure the conditions specified in 5.1.1 are met at 25 °C chamber temperature.
- c) Adjust the battery voltage to 2,0 V/Cell  $\pm$  2 % using the battery power supply.
- d) Adjust the load current to 125 % of the rated value by adjusting the load resistance, and readjust  $V_{\text{BAT-PSU}}$  to produce a battery voltage of 2,0 V/Cell at the BCC terminals.
- e) Record battery and load voltage current and power, as well as heatsink and chamber temperatures at 1 min intervals or faster for 1 h or until any thermal protection is triggered within the BCC.

#### 5.4.4 Battery reverse polarity test

##### 5.4.4.1 Objective/scope

This test is intended to verify the BCC tolerance to the connection of the battery in reverse polarity and also to verify the protection of the load from being supplied with negative voltage.

##### 5.4.4.2 Test Setup

As specified in 5.1.3, with the observations specified in the test procedure.

##### 5.4.4.3 Test procedure

- a) Review the BCC documentation and the unit itself to verify whether it is capable of withstanding a reverse polarity connection on the battery terminals, or if there is a specific warning not to do so. If a warning is given in the unit or its documentation do not go ahead with the test. Otherwise go to the next step.
- b) Connect test setup as specified in Figure 1.

NOTE 1 For this test,  $R_B$  and  $C_B$  should be removed from the circuit and no PV input is required.

- c) With the PV input and battery circuit breakers in the open position, reverse the polarity of the battery PSU. Set the battery voltage to the nominal value  $\pm$  2 % and set the current limit of the battery PSU to twice the rated charging current of the BCC.
- d) Set the load resistance to draw 10 % of rated current at rated battery voltage.

NOTE 2 Make sure to use an actual resistor or an electronic load which is not polarity sensitive.

- e) Record battery, load and PV voltage, current and power at 10 s intervals or faster for the duration of the test.
- f) Connect battery and load and maintain the connection for 5 min. Record any alarms displayed by the BCC.
- g) Verify that the BCC has not suffered any damage and that reverse voltage has not been fed to the load.

#### 5.4.5 PV generator reverse polarity test

##### 5.4.5.1 Objective/scope

This test is intended to verify the BCC tolerance to the connection of the PV generator in reverse polarity and also to verify the protection of the load from being supplied with negative voltage.

##### 5.4.5.2 Test setup

As specified in 5.1.3 with the observations specified in the test procedure.

##### 5.4.5.3 Test procedure

- a) Revise the BCC documentation and the unit itself to verify whether it is capable of withstanding a reverse polarity connection on PV terminals, or if there is a specific warning not to do so. If a warning is given in the unit or its documentation do not go ahead with the test. Otherwise go to the next step.

- b) Connect test setup as specified in Figure 1.

NOTE 1 For this test,  $R_B$  and  $C_B$  should be removed from the circuit and no battery input is required.

- c) With the PV input and battery circuit breakers in the open position, reverse the polarity of the PV generator simulator or PSU + series resistor. Set the PV voltage and current and  $R_S$  (if applicable) as per 5.1.5.2 for a 100 % charging current.
- d) Set the load resistance to draw 10 % of rated current at rated battery voltage.

NOTE 2 Make sure to use an actual resistor or an electronic load which is not polarity sensitive.

- e) Record battery, load and PV voltage, current and power at 10 s intervals or faster for the duration of the test.
- f) Connect PV input and load and maintain the connection for 5 min. Record any alarms displayed by the BCC.
- g) Verify that the BCC has not suffered any damage and that reverse voltage has not been fed to the load.

#### 5.4.6 Battery open circuit test

##### 5.4.6.1 Objective/scope

This test is intended to verify the BCC tolerance to the occurrence of an open circuit on the battery terminals, and the protection of the load from being connected directly to the PV generator voltage.

##### 5.4.6.2 Test setup

As specified in 5.1.6 with the modifications indicated in the test procedure.

##### 5.4.6.3 Test procedure

- a) Connect test setup as specified in Figure 1.
- b) Set the battery PSU voltage and current according to 5.1.6.2.

NOTE Take into account that for this particular case  $I_{\text{CHG-MAX}} = I_{\text{CHG-PV}} - I_{\text{LOAD}}$  if the BCC has load terminals.

- c) Set the PV input power supply operating parameters to produce rated charging current  $\pm 5$  %. For PWM controllers, the MPP voltage of the PV supply shall be  $140 \% \pm 2$  % of the nominal battery voltage and the open circuit voltage  $175 \% \pm 2$  % of the nominal battery voltage. For MPPT controllers the MPP voltage of the PV supply shall be the mid-point of the operating voltage window of the BCC  $\pm 2$  % and the open circuit voltage  $125 \% \pm 2$  % of the MPP voltage.
- d) If the unit has load terminals, set the load to 5 % of the rated load terminal current at nominal battery voltage.
- e) Connect the battery load and PV source in that sequence.
- f) Adjust the battery voltage to the nominal value by adjusting the battery PSU and allow the BCC to stay in this condition for 5 min.
- g) Disconnect the battery by opening SW2. Allow the unit to stay in this condition for 5 min. Record any alarm of fault signals/messages.
- h) Reconnect the battery and verify if the unit is operating normally by reading any signals on the display. Note down any relevant observations.

#### 5.5 User interface tests

User interface requirements are verified mainly by inspection of the BCC and the accompanying instruction and installation manuals. Alarms are verified during other tests such as:

- Load disconnect / load reconnect test (5.2.3)

- Reverse polarity tests (5.4.4 and 5.4.5)
- Thermal performance test (5.4.1)
- Overcurrent protection test (5.4.2 and 5.4.3)

## Annex A (informative)

### Battery charging guideline

Table A.1 gives suggested battery voltage set-points for testing purposes where such information is unavailable from battery manufacturer.

**Table A.1 – Battery charging setpoint guideline**

Values given V per cell for 25 °C	Vented	Sealed/VRLA
Bulk charge	2,4	2,4
Equalization	2,45 to 2,55	2,45
Low voltage disconnect, for discharge current I10	1,80 to 1,85	1,80 to 1,85
Low voltage disconnect, for discharge current 10 % of I10	1,95 to 2,0	1,95 to 2,0
Float	2,35	2,30

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	30
1 Domaine d'application.....	32
2 Références normatives.....	32
3 Termes et définitions .....	33
4 Exigences de fonctionnement et de performance d'un BCC photovoltaïque .....	34
4.1 Généralités.....	34
4.2 Applicabilité des exigences .....	35
4.3 Exigences relatives à la protection de la vie des batteries .....	35
4.3.1 Prévention des fuites de courant de la batterie vers le générateur PV .....	35
4.3.2 Fonctions de base pour la mise en charge de la batterie .....	35
4.3.3 Régime de charge.....	36
4.3.4 Sécurité des points de consigne .....	37
4.3.5 Fonctionnalité de déconnexion de charge .....	37
4.4 Exigences de performance énergétique.....	38
4.4.1 Autoconsommation en mode attente.....	38
4.4.2 Rendement du BCC.....	38
4.5 Exigences relatives à la protection et à la sécurité intégrée.....	38
4.5.1 Performance thermique.....	38
4.5.2 Fonctionnement en surintensité .....	38
4.5.3 Polarité inverse du générateur PV et de la batterie .....	39
4.5.4 Circuit ouvert sur les bornes de la batterie (pas de connexion de batterie) .....	39
4.6 Exigences relatives à l'interface utilisateur.....	39
4.6.1 Généralités.....	39
4.6.2 Informations sur le fonctionnement .....	39
4.6.3 Paramètres et points de consignes réglables par l'utilisateur .....	40
4.6.4 Alarmes .....	40
5 Essais .....	40
5.1 Conditions générales pour les essais .....	40
5.1.1 Montage et préconditionnement en vue des essais .....	40
5.1.2 Source de courant continu pour les essais.....	40
5.1.3 Montage général d'essai .....	41
5.1.4 Montage d'essai de courant inverse .....	42
5.1.5 Montage d'essai pour le cycle de charge .....	43
5.1.6 Montage d'essai pour le rendement, la performance thermique et la surintensité PV .....	45
5.2 Essais de la protection de la vie des batteries.....	46
5.2.1 Essai de courant de fuite de la batterie vers le générateur PV .....	46
5.2.2 Essai de cycles de charge.....	46
5.2.3 Essai de déconnexion de charge / reconnexion de charge.....	48
5.3 Essais de performance énergétique .....	49
5.3.1 Essai d'autoconsommation en mode attente.....	49
5.3.2 Essai de rendement.....	49
5.4 Essais de la protection et de la sécurité intégrée.....	50
5.4.1 Essai de performance thermique.....	50
5.4.2 Essai de la protection contre les surintensités PV.....	50
5.4.3 Essai de la protection contre les surintensités de la charge .....	51

5.4.4	Essai de polarité inverse de la batterie .....	51
5.4.5	Essai de polarité inverse du générateur PV.....	52
5.4.6	Essai de circuit ouvert de la batterie.....	52
5.5	Essais de l'interface utilisateur .....	53
Annexe A (informative)	Lignes directrices pour la charge de la batterie.....	54
Figure 1	– Montage général d'essai.....	42
Figure 2	– Montage d'essai de courant inverse .....	43
Tableau 1	– Exigences pour l'autoconsommation.....	38
Tableau A.1	– Lignes directrices pour le point de consigne de charge de la batterie.....	54

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### CONTRÔLEURS DE CHARGE DE BATTERIES POUR SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES – PERFORMANCE ET FONCTIONNEMENT

#### 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62509 a été établie par le comité d'études 82 de la CEI: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 62093.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/614/FDIS	82/623/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.

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.

## CONTRÔLEURS DE CHARGE DE BATTERIES POUR SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES – PERFORMANCE ET FONCTIONNEMENT

### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences minimales pour le fonctionnement et la performance des contrôleurs de charge de batterie (BCC – *Battery Charge Controller*) utilisés dans les batteries au plomb de systèmes photovoltaïques (PV) terrestres. Les principaux objectifs sont d'assurer la fiabilité des BCC et de maximaliser la durée de vie de la batterie. La présente Norme doit être utilisée conjointement avec la CEI 62093, qui décrit les essais et les exigences relatives à l'application d'installation prévue. Outre les fonctions de commande de la charge des batteries, la présente Norme aborde les caractéristiques de contrôle de charge des batteries ci-après:

- charge d'une batterie par un générateur photovoltaïque,
- contrôle de charge,
- fonctions de protection,
- fonctions d'interface.

La présente Norme ne couvre pas les performances de la MPPT, mais est applicable aux unités BCC qui ont cette caractéristique.

La présente Norme définit les exigences fonctionnelles et de performance pour les contrôleurs de charge de batteries et fournit les essais pour déterminer les caractéristiques de fonctionnement et de performance des contrôleurs de charge. Il est considéré que la CEI 62093 est utilisée pour déterminer les exigences de construction pour l'installation prévue qui comprend, sans s'y limiter, les aspects tels que l'enveloppe, la robustesse de connexion physique et la sécurité.

La présente Norme a été rédigée pour des applications de batteries au plomb. Elle n'est pas limitée en termes de capacité des BCC auxquels elle peut être appliquée. Cependant, les exigences pour l'appareillage d'essai lorsqu'elles sont appliquées aux BCC à haute tension ou haute intensité, par exemple supérieure à 120 V ou 100 A, peuvent s'avérer difficiles à satisfaire. Ces approches peuvent être applicables à d'autres sources de puissance et d'autres technologies de batteries, telles que les batteries nickel-cadmium en utilisant les valeurs de tensions de cellule correspondantes.

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

CEI 62093, *Composants BOS des systèmes photovoltaïques – Qualification et essais d'environnement*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 61836 s'appliquent, ainsi que les suivants.

#### 3.1

##### **contrôleur de charge de batterie (BCC - *Battery Charge Controller*)**

dispositif(s) électronique(s) qui commande(nt) la charge et la décharge de la batterie dans un système photovoltaïque. La fonction de contrôle de charge peut être incluse sous la forme d'un sous-système au sein d'un autre produit

#### 3.2

##### **charge brute**

étape de charge initiale visant à restaurer la charge de la batterie aussi rapidement que possible, dans laquelle tout le courant de charge disponible fourni par le générateur photovoltaïque, ou le courant maximal assigné du BCC, est délivré à la batterie

NOTE Parfois appelée « charge rapide ».

#### 3.3

##### **tension brute**

tension de seuil utilisée par le BCC comme paramètre de commande pour faire passer le mode de charge de la charge brute à l'étape de charge suivante

NOTE Parfois appelée « surtension ».

#### 3.4

##### **délai de maintien de la charge brute**

durée pendant laquelle la tension brute doit être maintenue avant le passage de l'étape de charge brute à l'étape de charge suivante

#### 3.5

##### **courant d'égalisation**

courant constant appliqué à la batterie pendant la charge d'égalisation; normalement déterminé par les recommandations du fabricant de batterie

#### 3.6

##### **charge d'égalisation**

étape de charge à relativement haute tension qui est maintenue pendant une durée définie. Le contrôle de la charge peut être obtenu par une régulation à tension constante ou à courant constant, ou par une combinaison des deux. La tension d'égalisation vise à porter toutes les cellules au même état de charge et à éliminer la stratification de l'électrolyte liquide en leur faisant produire du gaz et agiter l'électrolyte.

#### 3.7

##### **tension d'égalisation**

tension que la batterie est autorisée à atteindre pendant l'égalisation. Cette tension est fixée au-dessus du point de gazage des batteries à électrolyte liquide et en dessous de la tension maximale admissible que la batterie peut supporter sans dommage.

#### 3.8

##### **durée d'égalisation**

durée de maintien de la tension d'égalisation comptée depuis l'instant où la batterie a atteint la tension d'égalisation jusqu'à l'instant où la charge d'égalisation s'est achevée pour passer à l'étape de charge suivante

### 3.9

#### **charge flottante**

étape de charge à tension constante pendant laquelle la batterie est maintenue à une tension en dessous du point de gazage pour achever le cycle de charge et compenser l'autodécharge de la batterie

### 3.10

#### **tension flottante**

tension constante minimale nécessaire pour compenser les pertes internes de la batterie

### 3.11

#### **point de déconnexion de charge**

condition (généralement une tension de batterie) à laquelle les bornes de charge du contrôleur de charge sont mises hors tension pour éviter une décharge excessive de la batterie ou à laquelle un signal de commande ou une alarme est déclenché(e) pour signaler un faible état de charge de la batterie. Lorsque la condition est une tension de batterie, l'abréviation LVD (déconnexion à basse tension – *Low Voltage Disconnect* en anglais) est généralement utilisée.

### 3.12

#### **point de reconnexion de charge**

condition (généralement une tension de batterie) à laquelle les bornes de charge du contrôleur de charge sont remises sous tension pour permettre à la batterie d'alimenter la charge ou à laquelle un signal de commande ou une alarme est désactivé(e) pour signaler un état de charge de la batterie qui justifie l'alimentation de la charge. Lorsque la condition est une tension de batterie, l'abréviation LVR (reconnexion à basse tension – *Low Voltage Reconnect* en anglais) est généralement utilisée.

### 3.13

#### **auto-adaptatif**

algorithme qui modifie les points de consigne du contrôleur de charge en fonction des calculs d'état de charge, de l'historique des états de charge de la batterie, etc., ou d'une combinaison de ces paramètres

### 3.14

#### **compensation en température des points de consigne de tension de fin de charge**

coefficient dépendant de la température, appliqué aux points de consigne de tension de fin de charge lorsque la température de la batterie diffère de la température de référence (généralement 25 °C). En plus du coefficient de température, la compensation en température a normalement une limite minimale et une limite maximale, qu'il convient de respecter (c'est-à-dire qu'il convient que les points de consigne de tension soient limités à une plage).

## **4 Exigences de fonctionnement et de performance d'un BCC photovoltaïque**

### **4.1 Généralités**

Cet Article décrit les exigences de performance et de fonctionnement pour les contrôleurs de charge de batteries (BCC). Ces exigences sont réparties en cinq catégories principales:

- protection de la vie des batteries,
- rendement,
- interface utilisateur,
- fonctions de sécurité intégrée,
- marquage et documentation.

Les dispositions données dans la présente norme ne visent pas à exclure ou écarter des techniques de commande innovantes destinées à assurer la charge efficace des batteries. Ces dispositions doivent toutefois être vérifiables par des essais.

## **4.2 Applicabilité des exigences**

Les dispositions exigées assurent un fonctionnement fiable et des fonctions de protection essentielles. Il est en général facile de les atteindre même sur des BCC peu coûteux destinés aux petites installations (par exemple des installations à un seul module à très basse tension).

Les dispositions recommandées assurent une mise en charge plus efficace des batteries, de meilleurs rendements, une plus longue durée de vie des batteries et des fonctions d'interface utilisateur supplémentaires. Elles visent à fournir et/ou faciliter une charge des batteries et une gestion de la charge plus avancées.

## **4.3 Exigences relatives à la protection de la vie des batteries**

### **4.3.1 Prévention des fuites de courant de la batterie vers le générateur PV**

Le BCC doit limiter le courant de fuite circulant de la batterie vers le générateur PV afin de prévenir la décharge de la batterie pendant la nuit. Le courant inverse admissible sur le côté PV doit être  $\leq 0,1$  % du courant d'entrée assigné du BCC lorsque la tension de la batterie est égale à la tension assignée.

La conformité doit être vérifiée par essai conformément au 5.2.1.

### **4.3.2 Fonctions de base pour la mise en charge de la batterie**

#### **4.3.2.1 Généralités**

Le BCC doit fournir des points de consigne de charge appropriés et des points de consigne de déconnexion de charge adéquates pour la (les) technologie(s) spécifique(s) de la batterie qu'il est destiné à servir.

#### **4.3.2.2 Protection de la batterie contre la surcharge**

Le BCC doit couper ou réguler le courant de charge afin d'éviter la surcharge de la batterie conformément au point de consigne de fin de charge recommandé par le fabricant de la batterie.

La conformité doit être déterminée par essai conformément à 5.2.2.

#### **4.3.2.3 Protection de la batterie contre la décharge excessive**

Le BCC doit comporter un moyen d'empêcher la décharge excessive de la batterie soit en coupant directement le courant destiné à la charge, soit par un signal de déclenchement pour permettre à un élément d'équipement externe d'arrêter le courant destiné à la charge, soit par une alarme.

Si la protection contre la décharge excessive de la batterie est assurée au moyen d'alarmes sonores ou visuelles qui incitent l'utilisateur du système à débrancher toute la charge ou la charge non essentielle, cela doit être déclaré clairement dans le manuel d'utilisation.

Si la protection contre la décharge excessive repose sur l'installation d'un dispositif externe qui procure la protection contre la décharge excessive (tel qu'un onduleur), ce fait doit être clairement déclaré dans le manuel d'installation.

La protection contre la décharge excessive de la batterie peut être déclenchée par une mesure de la tension de la batterie, un calcul de l'état de charge, une combinaison des deux ou d'autres algorithmes. Les points de consigne de protection peuvent être compensés en termes de courant. Le point de consigne de la protection contre la décharge excessive de la batterie doit être vérifiable par des essais. La documentation et/ou l'interface du BCC doivent clairement spécifier les algorithmes et critères utilisés pour établir les points de consignes de déconnexion et de reconnexion de la charge.

La conformité doit être déterminée par essai conformément au 5.2.3.

#### **4.3.2.4 Exactitude des points de consigne**

L'exactitude de mesure du BCC pour les points de consigne de tension à des fins de contrôle de la charge doit être d'au moins  $\pm 1$  %. Pour la déconnexion de la charge, elle doit être d'au moins  $\pm 2$  %.

La conformité doit être déterminée par essai conformément aux 5.2.2 et 5.2.3.

### **4.3.3 Régime de charge**

#### **4.3.3.1 Généralités**

Le BCC doit être adapté à la technologie de batteries spécifique pour son utilisation prévue afin d'être certain que des points de consigne corrects sont mis en œuvre. Le BCC PV peut utiliser des méthodes variées pour assurer une charge correcte des batteries, les exigences dans cet article comportent un certain nombre de solutions possibles et n'empêchent pas d'autres solutions.

#### **4.3.3.2 Etapes de charge requises**

Au minimum, les contrôleurs de charge de batterie photovoltaïque doivent avoir des étapes de charge brute et de charge flottante.

NOTE Dans leur documentation, certains fabricants donnent aux étapes de charge des noms différents de ceux définis dans la présente norme. Il faut veiller à identifier correctement les caractéristiques de charge pour chaque unité individuelle ou fabricant et croiser ces références avec la terminologie utilisée dans la présente norme.

#### **4.3.3.3 Etapes de charge recommandées**

Outre les exigences du 4.3.3.2, il convient que les contrôleurs de charge de batterie fournissent périodiquement une charge d'égalisation à la batterie. Il convient que la périodicité de la charge d'égalisation soit supérieure à sept jours.

#### **4.3.3.4 Points de consigne de charge réglables**

Afin d'assurer un régime de charge correct pour le type de batterie, il convient que les points de consigne de charge soient réglables ou sélectionnés automatiquement soit au moyen de réglage individuel des points de consigne, soit par la sélection du type de batterie ou l'autodétection du type de batterie. Cela peut être réalisé par des moyens matériels ou un logiciel via l'interface utilisateur ou bien en réglant les points de consigne comme indiqué dans les manuels.

Le régime de charge spécifique utilisé dépend de la technologie de batterie spécifiée. L'Annexe A donne un guide des points de consigne pour batterie pour les besoins des essais, lorsque de telles informations ne sont pas fournies par le fabricant.

Des points de consigne auto-adaptatifs reposant sur des algorithmes avancés doivent pouvoir être vérifiés à l'aide des informations fournies par l'interface utilisateur et la documentation du BCC. Aucune procédure d'essai spécifique n'a été mise au point pour les dispositifs employant ces techniques avancées.

NOTE Les points de consigne réglables peuvent ne pas être requis pour les BCC destinés à des applications à faible puissance (< 250 W) et pour un type particulier de batterie.

#### 4.3.3.5 Points de consigne de charge compensés en température

Il convient de compenser en température les points de consigne de tension brute, de tension flottante et autre haute tension ou de fin de charge. Il convient que la compensation en température, si elle est fournie, soit conforme aux recommandations du fabricant de batterie pour le type particulier de batterie. Les points de consigne compensés en température doivent être identifiables à partir de la documentation du contrôleur de charge.

NOTE Les fabricants de batteries au plomb spécifient typiquement un coefficient de compensation en température de  $-5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}/\text{élément}$ .

#### 4.3.3.6 Compensation de la chute de tension pour la mesure des points de consigne

Il convient que le BCC fournisse un moyen de compenser la chute de tension dans les câbles de batterie ou fournisse des instructions d'installation pour réduire la chute de tension.

Si le contrôleur de charge de batterie a la disposition pour des câbles de détection de batterie, il doit pouvoir fonctionner avec ou sans ceux-ci. La raison en est de protéger le bloc contre le débranchement intempestif des câbles de détection de la batterie. Cette exigence est contrôlée conformément aux 5.2.2 et 5.2.3 en réalisant l'essai avec et sans les câbles de détection raccordés dans des conditions d'essai à  $25^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.3.4 Sécurité des points de consigne

Les points de consigne de charge doivent être sécurisés contre toute modification autre qu'une action délibérée et qualifiée.

La conformité doit être déterminée par l'inspection de l'unité et les instructions de fonctionnement accompagnatrices.

NOTE 1 Cet article ne s'applique pas aux contrôleurs de charge de batterie avec des points de consigne fixes.

NOTE 2 L'utilisation d'un outil ou d'un mot de passe constitue un moyen de protection acceptable.

#### 4.3.5 Fonctionnalité de déconnexion de charge

Lorsque la protection contre la décharge excessive est assurée au moyen de la fonctionnalité de déconnexion de charge, les points de consigne de déconnexion et de reconnexion de charge doivent être vérifiés par des essais conformément au 5.2.3.

La charge peut être une charge commutée directement ou une charge commandée par le BCC par d'autres moyens. Dans le cas d'une commutation directe de la charge par un BCC, il convient qu'un dispositif interrupteur intégré de coupure de charge la fournisse.

Si un BCC a plusieurs points de consigne de déconnexion de charge, ceux-ci doivent être vérifiables par des essais et pouvoir être déterminés à partir de l'interface utilisateur du BCC et/ou clairement inscrits dans la documentation.

NOTE La protection contre la décharge excessive de la batterie est une caractéristique obligatoire (voir 4.3.2.3). La fonctionnalité de déconnexion de charge du BCC est uniquement recommandée, mais il faut qu'elle soit obtenue par d'autres moyens si elle n'est pas fournie par le BCC, car il s'agit d'une protection essentielle de la vie de la batterie.

## 4.4 Exigences de performance énergétique

### 4.4.1 Autoconsommation en mode attente

Sans entrée PV ou charge, l'autoconsommation d'un BCC PV doit être telle que détaillée dans le Tableau 1, lorsque la tension de la batterie équivaut à 2,1 V/élément  $\pm 2\%$  et la température ambiante est de 25 °C  $\pm 2\%$ .

La conformité doit être déterminée par essai conformément au 5.3.1.

**Tableau 1 – Exigences pour l'autoconsommation**

Courant de charge nominal	Autoconsommation maximale
< 5 A	5 mA
5 A $\leq I \leq$ 50 A	0,1 % du courant de charge nominal
> 50 A	50 mA

NOTE Les limites données dans le Tableau 1 sont destinées à la fonction de contrôleur de charge en mode « nocturne ». Lorsqu'il y a d'autres équipements périphériques, tels que les dispositifs de gestion de la charge, les écrans, les collecteurs de données et autres qui partagent l'alimentation du BCC, ils doivent être désactivés ou déconnectés du BCC si possible.

### 4.4.2 Rendement du BCC

Le rendement de puissance du BCC doit être évalué de 10 % à 100 % du courant de charge assigné, à une tension de batterie équivalant à 2,2 V/élément  $\pm 2\%$  et à une température ambiante de 25 °C  $\pm 2\%$ .

Le rendement doit être déterminé par essai conformément au 5.3.2.

## 4.5 Exigences relatives à la protection et à la sécurité intégrée

### 4.5.1 Performance thermique

Le BCC doit être capable de gérer le courant/la puissance d'entrée assigné(e) délivré(e) par le générateur et, simultanément, le courant de charge assigné délivré aux bornes de la charge (si présentes) pendant au moins 1 h à la température ambiante de fonctionnement assignée maximale spécifiée par le fabricant  $\pm 2\%$ . La tension de la batterie doit être de 2,2 V/élément  $\pm 2\%$ .

La conformité doit être déterminée par essai conformément au 5.4.1.

NOTE En fonction des valeurs assignées relatives de l'entrée PV et des bornes des charges, cet essai peut aboutir à des conditions de charge ou de décharge de la batterie.

### 4.5.2 Fonctionnement en surintensité

#### 4.5.2.1 Côté PV

Le BCC ne doit pas être endommagé par un courant excessif délivré par le générateur PV d'une valeur pouvant atteindre 125 % du courant assigné. Le BCC doit continuer à fonctionner normalement après un tel événement et ne doit pas nécessiter une réinitialisation manuelle.

NOTE Il convient que le temps de réinitialisation pour n'importe quel mécanisme de déclenchement à réarmement automatique ne soit pas plus long que celui indiqué dans les instructions du fabricant, s'il est spécifié.

La conformité doit être déterminée par essai conformément au 5.4.2.

#### 4.5.2.2 Côté charge

Si le BCC a une borne de charge, cette borne doit être protégée en termes de courant pour empêcher que les surcharges ne nuisent au fonctionnement des fonctions essentielles du BCC PV.

La conformité doit être déterminée par essai conformément au 5.4.3.

Il convient que les caractéristiques assignées des bornes de charge répondent à l'exigence relative aux applications prévues.

#### 4.5.3 Polarité inverse du générateur PV et de la batterie

Le BCC doit être protégé contre la connexion à polarité inverse du générateur PV ou de la batterie par un équipement matériel ou par une procédure et des marquages documentés.

NOTE La méthode préférentielle de protection contre la polarité inverse est celle réalisée par des moyens matériels. Mais la documentation procédurière est autorisée. Le problème se pose au cours de l'installation et du remplacement de la batterie.

La conformité doit être déterminée par essai conformément aux 5.4.4 et 5.4.5.

#### 4.5.4 Circuit ouvert sur les bornes de la batterie (pas de connexion de batterie)

Le BCC avec bornes de charge doit être protégé des dommages contre lui-même et protéger la charge contre la tension de circuit ouvert du générateur PV en cas de déconnexion de la batterie.

La conformité doit être déterminée par essai conformément aux 5.4.6.

### 4.6 Exigences relatives à l'interface utilisateur

#### 4.6.1 Généralités

Il convient que l'interface utilisateur d'un BCC comprenne l'un des types suivants; écran LCD, voyants DEL, alarmes sonores, contacts de relais, autre interface d'ordinateur ou autre interface analogique ou numérique. Si elle est correctement implémentée, l'interface peut fournir à l'utilisateur des informations précieuses sur le fonctionnement du système.

L'interface utilisateur peut être intégrée dans un autre composant du système distinct du BCC tel qu'une unité d'interface/ de commande/ d'enregistrement supplémentaire qui peut être connectée physiquement au BCC ou fonctionner via une communication sans fil.

#### 4.6.2 Informations sur le fonctionnement

##### 4.6.2.1 Généralités

Le niveau d'informations fournies à l'utilisateur est déterminé par l'application prévue et ses exigences spécifiques.

Il convient que l'interface utilisateur du contrôleur de charge fournisse les informations telles que détaillées en 4.6.2.2.

##### 4.6.2.2 Informations recommandées sur le fonctionnement

- une indication de l'état de charge (par exemple; en charge ou pas en charge);
- une indication de l'état de déconnexion de charge (ou état de protection contre les décharges excessives);
- une indication de l'état de charge de la batterie connectée.

Les autres informations complémentaires sur le fonctionnement affichées par l'unité peuvent être, sans que cela soit limitatif,

- les points de consigne de charge;
- la tension de la batterie;
- le courant de charge;
- l'entrée/la sortie d'énergie.

#### **4.6.3 Paramètres et points de consignes réglables par l'utilisateur**

Si des paramètres ou points de consigne réglables par l'utilisateur sont fournis, l'interface utilisateur doit fournir un moyen de modifier et d'afficher ces réglages comme spécifié en 4.3.3.4.

NOTE Cet article ne s'applique pas aux contrôleurs de charge de batterie avec des points de consigne fixes.

La conformité doit être déterminée par l'inspection de l'unité et des manuels d'installation/utilisateur d'accompagnement.

#### **4.6.4 Alarmes**

Il convient que les états suivants soient signalés par l'interface utilisateur:

- faible état de charge de la batterie / faible tension de la batterie / faible disponibilité,
- déconnexion de la charge,
- déclenchement du BCC (par exemple; par surchauffe).

Des alarmes visuelles et/ou sonores, clairement identifiables par l'utilisateur du système, doivent être déclenchées au sein de l'unité si l'un des états ci-dessus se produit. Les alarmes sonores doivent être limitées dans le temps et revenir à une alarme visuelle ou bien être pulsées.

La conformité doit être déterminée par essai conformément aux 5.2.2 et 5.2.3.

## **5 Essais**

### **5.1 Conditions générales pour les essais**

#### **5.1.1 Montage et préconditionnement en vue des essais**

Le BCC doit être monté et installé conformément aux instructions livrées avec l'unité. Lorsqu'il est prévu d'installer le BCC d'une manière particulière ou dans une configuration particulière (par exemple; montage mural), l'installation doit reproduire ces conditions.

Le BCC doit être installé dans une chambre à température contrôlée pour tous les essais. La procédure d'essai ne doit pas commencer tant que les températures de la chambre et du BCC n'ont pas atteint la stabilité thermique.

#### **5.1.2 Source de courant continu pour les essais**

##### **5.1.2.1 Entrée PV**

Il convient que la source de puissance utilisée comme entrée PV soit un simulateur de générateur PV mais on peut utiliser une source de puissance à tension et courant contrôlés en combinaison avec une résistance en série ( $R_S$  dans les schémas d'essai).

Si un simulateur de générateur PV est utilisé, il doit avoir les caractéristiques assignées minimales suivantes;

- $V_{OC} \geq 2 \times V_{BAT-NOM}$
- $I_{SC} \geq 1,25 \times I_{BCC-IN}$

Si une source de puissance à tension et courant contrôlés avec une résistance en série est utilisée, elle doit avoir les caractéristiques assignées minimales suivantes:

- $V \geq 2 \times V_{BAT-NOM}$
- $I \geq 1,25 \times I_{BCC-IN}$

où:

$V_{BAT-NOM}$  est la tension de batterie nominale;

$I_{BCC-IN}$  est le courant assigné d'entrée PV du contrôleur de charge de la batterie.

### 5.1.2.2 Simulateur de batterie

L'alimentation électrique utilisée pour la simulation de batterie doit être à tension et courant contrôlés et avoir les caractéristiques assignées minimales suivantes:

- $V \geq 1,4 \times V_{BAT-NOM}$
- $I \geq 1,25 \times I_{BCC-OUT}$

où:

$I_{BCC-OUT}$  est le courant assigné de charge de batterie du contrôleur de charge de batterie.

### 5.1.3 Montage général d'essai

Le montage général d'essai doit être tel que spécifié à la Figure 1. Les paragraphes 5.1.4, 5.1.5 et 5.1.6 et les articles d'essai correspondants précisent les éventuelles variantes ou modifications du montage de base pour un essai particulier.

Les mesures de tension doivent être effectuées aux bornes du BCC.

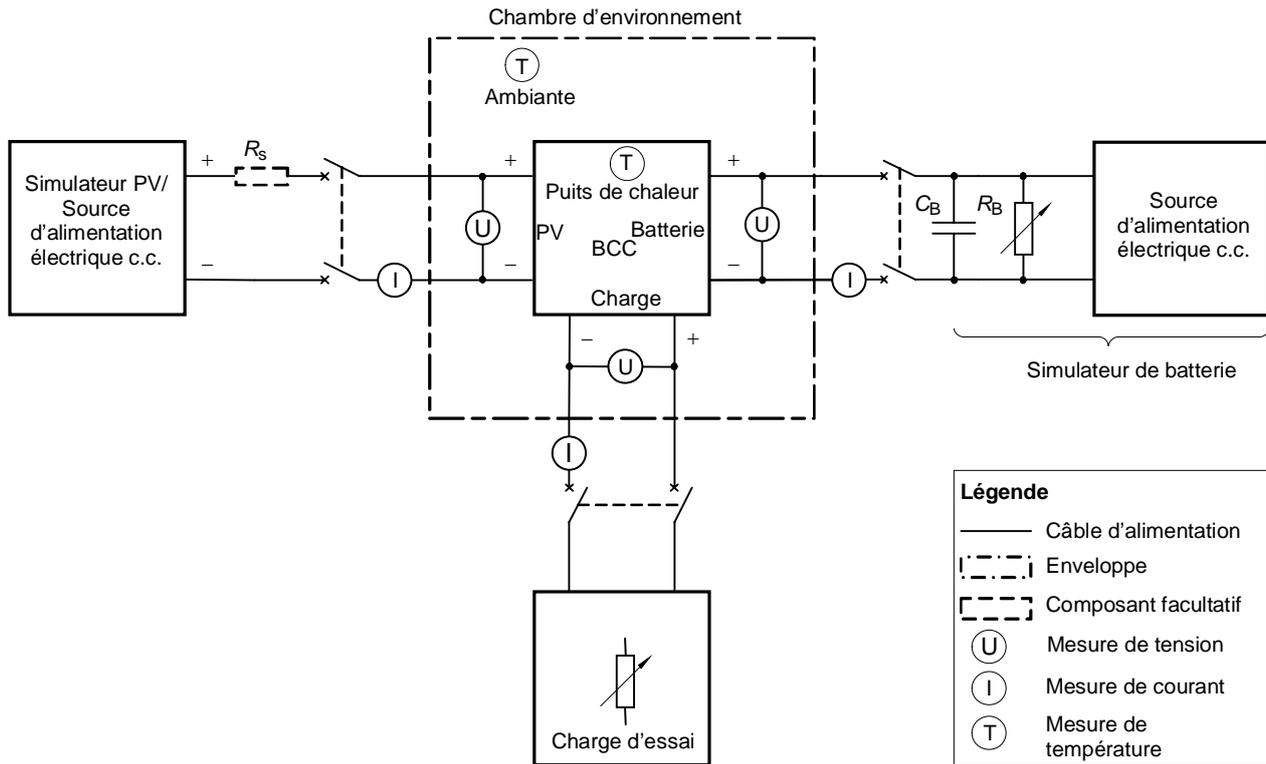


Figure 1 – Montage général d'essai

5.1.4 Montage d'essai de courant inverse

Le montage d'essai doit être tel que spécifié à la Figure 2.

La résistance d'entrée du générateur PV ( $R_{PV}$ ) doit être calculée à l'aide des équations 1 et 2.

$$R_{PV} = 1440 \frac{N_S}{I_R} \tag{1}$$

$$P_{RPV} = \frac{(2,1N_C)^2}{R_{PV}} \tag{2}$$

où:

$R_{PV}$  est la résistance du générateur PV devant être raccordée au système ( $\Omega$ );

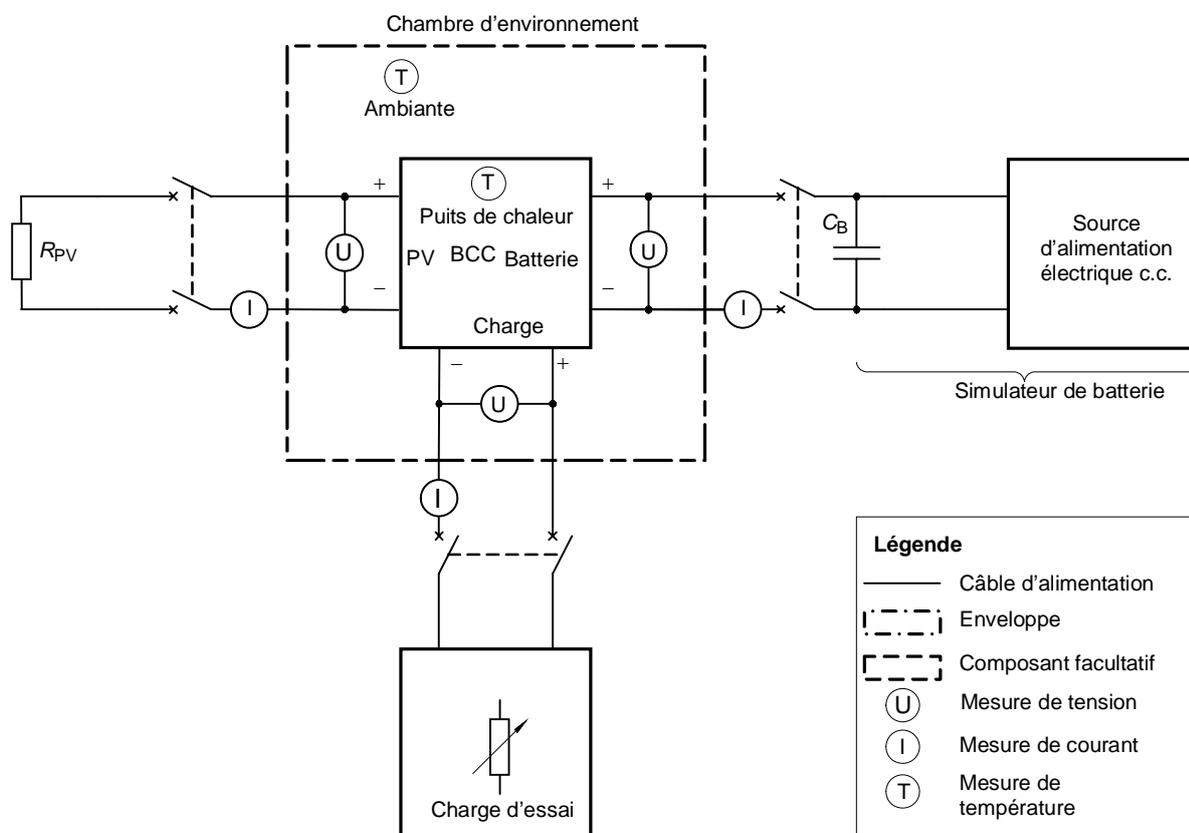
$N_S$  est le nombre de modules PV en série qui seraient utilisés dans chaque chaîne pour le BCC soumis à essai (en considérant un module en série par 12 V de tension nominale du système). Le nombre normalisé d'éléments PV dans un module est supposé égal à 36;

$I_R$  est le courant assigné (A) du BCC;

$P_{RPV}$  est la dissipation de puissance assignée minimale (W) de  $R_{PV}$  ;

$N_C$  est le nombre d'éléments en série de la batterie, dans lequel un élément équivaut à une tension nominale de 2 V.

NOTE L'équation 1 est basée sur la résistance typique d'une technologie de module PV à triple jonction Si:H.



IEC 2890/10

**Figure 2 – Montage d'essai de courant inverse**

### 5.1.5 Montage d'essai pour le cycle de charge

#### 5.1.5.1 Généralités

Le montage d'essai doit être tel que spécifié à la Figure 1, avec les considérations décrites ci-dessous.

#### 5.1.5.2 Entrée PV

Un simulateur de générateur PV est l'option préférée. Si un simulateur de générateur PV ayant les caractéristiques de tension et/ou de courant requises n'est pas disponible, utiliser une alimentation électrique avec une résistance en série ( $R_S$ ).

Si une alimentation électrique avec une résistance en série est utilisée, il convient que les paramètres de l'alimentation électrique PV soient les suivants;

$$V_{PV-PSU} = 1,25 \times V_{BAT-MAX} \quad (3)$$

$$I_{PV-PSU} = 10 \% \text{ du courant PV d'entrée assigné} \quad (4)$$

où:

$V_{BAT-MAX}$  est la tension de charge maximale prévue au cours des essais de points de consigne (par exemple, tension d'égalisation maximale à 25 °C);

$I_{PV-PSU}$  est le réglage du courant de l'alimentation électrique de l'entrée PV;

$V_{PV-PSU}$  est le réglage de la tension de l'alimentation électrique de l'entrée PV.

Il convient que la chute de tension dans  $R_S$  soit comprise entre 10 % et 15 % du réglage de tension de la PSU (power supply unit: unité d'alimentation électrique) PV et donc:

$$\frac{0,1 \times V_{PV-PSU}}{I_{PV-PSU}} \leq R_S \leq \frac{0,15 \times V_{PV-PSU}}{I_{PV-PSU}} \quad (5)$$

Ainsi, la dissipation de puissance requise minimale de  $R_S$  est donnée par

$$P_{R_S} = I_{PV-PSU}^2 R_S \quad (6)$$

où:

$R_S$  est la résistance en série branchée entre l'alimentation électrique PV et le contrôleur de charge de batterie.

### 5.1.5.3 Simulateur de batterie

La PSU du côté batterie est indispensable comme dispositif de secours pour les BCC qui balayent la courbe PV I-V et par conséquent coupent le courant PV pendant quelques secondes pour effectuer cette opération. Elle vise à prévenir une chute trop importante de la tension de la batterie pendant ces balayages de la courbe I-V.

Les réglages de la PSU de secours pour la batterie doivent être:

$$0,9 \times V_{BAT} \leq V_{BAT-PSU} \leq 0,94 \times V_{BAT}$$

$$I_{BAT-PSU} = 120 \% \text{ du courant de charge prévu}$$

où:

$V_{BAT}$  est la tension de batterie mesurée aux bornes du BCC;

$V_{BAT-PSU}$  est le réglage de la tension de la PSU de secours;

$I_{BAT-PSU}$  est le réglage du courant de la PSU de secours.

NOTE Il convient que  $V_{BAT-PSU}$  soit ajusté chaque fois que la tension de la batterie est ajustée pour les essais comme spécifié dans les étapes d'essai du 5.2.2.2.

Il convient que la valeur de capacité de la batterie ( $C_B$ ) soit de  $0,2 \text{ F} \pm 20 \%$ .

$R_B$  est une résistance variable qui permet la commande de la tension de la batterie. Il convient que ses caractéristiques soient les suivantes:

$$R_{B-MIN} = \frac{V_{BAT-MIN}}{I_{CHG}}$$

$$R_{B-MAX} = \frac{V_{BAT-MAX}}{I_{CHG}}$$

$$P_{R_B} = V_{BAT-MAX} I_{CHG}$$

où:

$I_{CHG}$  est le courant de charge de la batterie requis pour l'essai;

$R_{B-MIN}$  est la résistance minimale requise pour l'essai;

$R_{B-MAX}$  est la résistance maximale requise pour l'essai;

$P_{R_B}$  est la capacité minimale de dissipation de puissance de  $R_B$  requise;

$V_{BAT-MIN}$  est la tension de batterie minimale attendue pendant les essais de points de consigne ( par exemple, faible état de la charge de la batterie simulée).

### 5.1.6 Montage d'essai pour le rendement, la performance thermique et la surintensité PV

#### 5.1.6.1 Généralités

Le montage d'essai doit être tel que spécifié à la Figure 1, avec les considérations décrites en 5.1.5.2 et 5.1.6.2.

#### 5.1.6.2 Simulateur de batterie

La tension aux bornes de la batterie du BCC doit rester constante pendant la durée des essais. Il est possible d'utiliser un simulateur de batterie s'il peut maintenir une tension constante. L'utilisation d'une unité d'alimentation électrique (PSU) à tension et courant contrôlés est appropriée pour cet essai tant que les points suivants sont pris en considération.

La PSU connectée aux bornes de la batterie du BCC dans ce cas est tenue de fournir la tension de référence de la batterie ( $V_{BAT-PSU}$ ). Cette PSU doit fonctionner en mode régulation de tension et fournir le courant à  $R_B$  (voir Figure 1) pendant toute la durée de l'essai.

Il convient que les paramètres de la PSU soient:

$$V_{BAT-PSU} = V_{BAT-TEST} \quad (7)$$

$$I_{BAT-PSU} = 1,3 I_{CHG-MAX} \quad (8)$$

où:

$V_{BAT-TEST}$  est la tension de batterie d'essai mesurée aux bornes du BCC (2,2 V/élément pour l'essai de rendement);

$V_{BAT-PSU}$  est le réglage de la tension de la PSU de la batterie;

$I_{CHG-MAX}$  est le courant de charge maximal prévu.

NOTE Il sera normalement nécessaire d'ajuster légèrement  $V_{BAT-PSU}$  à chaque niveau de courant de charge afin de compenser la chute de tension variable dans le câblage.

La valeur de la capacité de la batterie ( $C_B$ , voir Figure 1) doit être de  $0,1 \text{ F} \pm 20 \%$ .

$R_B$  est une résistance fixe qui dissipe le courant de charge et le courant provenant de la PSU de la batterie. Il convient que ses caractéristiques soient les suivantes:

$$R_B = \frac{V_{\text{BAT-TEST}}}{1,15 I_{\text{CHG-MAX}}} \pm 10 \% \quad (9)$$

$$P_{R_B} \geq 1,3 V_{\text{BAT-TEST}} I_{\text{CHG-MAX}} \quad (10)$$

où:

$R_B$  est la résistance de réglage de la batterie requise pour l'essai;

$P_{R_B}$  est la capacité minimale de dissipation de puissance de  $R_B$  requise.

## 5.2 Essais de la protection de la vie des batteries

### 5.2.1 Essai de courant de fuite de la batterie vers le générateur PV

#### 5.2.1.1 Objectif/Domaine d'application

Cet essai vise à mesurer le courant inverse à travers le BCC, de la batterie vers le générateur PV, lorsque le générateur PV est branché mais ne produit pas de courant. L'essai vérifie la conformité aux exigences du 4.3.1. Les mesures doivent être effectuées à  $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ .

#### 5.2.1.2 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.4.

#### 5.2.1.3 Procédure d'essai

- Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 2.
- S'assurer que les conditions spécifiées en 5.1.1 sont remplies.
- Régler la tension de la batterie à  $2,1 \text{ V/élément} \pm 2 \%$ .
- Mesurer le courant dans la boucle  $R_{PV}$ .

NOTE Certaines unités peuvent avoir un temps de retard, allant de l'instant où la tension PV est plus faible que la tension de la batterie à l'instant où elle réduit le courant de fuite du générateur PV.

- Comparer le résultat à l'exigence du 4.3.1.

### 5.2.2 Essai de cycles de charge

#### 5.2.2.1 Objectif/Domaine d'application

Ces essais visent à mesurer les points de consigne de charge du BCC à  $25 \text{ °C}$  et à  $40 \text{ °C}$ . La mesure à ces deux températures permet la vérification de la compensation en température des points de consignes lorsque le BCC a cette fonctionnalité.

Afin de mesurer les points de consigne de charge, il est nécessaire de surveiller un cycle de charge complet comportant toutes les étapes de charge disponibles du BCC soumis à essai. Le nombre d'étapes de charge varie selon les différents types et fabricants des BCC. Les contrôleurs MARCHE/ARRÊT ont seulement deux étapes. Les unités de régulation comportent au minimum la charge brute et la charge flottante et l'égalisation dans la plupart des cas. Certains BCC plus sophistiqués comportent d'autres étapes de régulation.

#### 5.2.2.2 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.5.

#### 5.2.2.3 Procédure d'essai

- Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 1.

- b) S'assurer que les conditions spécifiées au 5.1.1 sont remplies à la température ambiante de 25 °C.
- c) Régler la résistance du simulateur de batterie ( $R_B$ ) pour produire une tension de batterie nominale correspondant à 10 % du courant de charge assigné.
- d) Pendant tout l'essai, maintenir le réglage de tension de la PSU de batterie dans les limites spécifiées en 5.1.5.3. Une attention particulière doit être portée après chaque modification de la tension.

NOTE 1 La raison en est de s'assurer que la tension de la batterie est contrôlée par le BCC et pas par la PSU de secours de la batterie.

- e) Fixer les paramètres de fonctionnement de l'alimentation électrique de l'entrée PV pour produire 10 % de courant de charge. Pour les contrôleurs PWM, la tension MPP de l'alimentation PV doit être de 140 %  $\pm$  2 % de la tension nominale de la batterie et la tension en circuit ouvert doit être de 175 %  $\pm$  2 % de la tension nominale de la batterie. Pour les contrôleurs MPPT, la tension MPP de l'alimentation PV doit être le point médian de la gamme de tension de fonctionnement du BCC  $\pm$  2 % et la tension en circuit ouvert doit être de 125 %  $\pm$  2 % de la tension MPP.
- f) Consigner la tension et le courant d'entrée et de sortie ainsi que la température ambiante avec un taux d'échantillonnage qui fournit une résolution suffisante pour les paramètres observés.

NOTE 2 Si l'entrée du BCC fournit un filtrage approprié de toute impulsion PWM, un taux d'échantillonnage de 20 seconde fournit généralement une résolution suffisante. Cependant certaines unités peuvent présenter des ondulations de tensions et de courants avec des fréquences comprises entre des dizaines et des centaines de Hertz; dans ces cas, il faut que la fréquence d'échantillonnage soit ajustée en conséquence.

- g) Augmenter par paliers la tension de la batterie en augmentant  $R_B$  jusqu'à ce que le BCC commence à réguler le courant de charge dans le cas des contrôleurs de régulation (PWM ou MPPT) ou ait coupé le courant dans le cas des contrôleurs MARCHE/ARRÊT. Attendre 2 min ou le délai spécifié du BCC + 1 min, la plus grande de ces deux valeurs étant déterminante, entre deux paliers de tension. Consigner cette tension comme étant la tension de fin de charge brute.

NOTE 3 Tenir compte de toute compensation en température et/ou en courant lors de l'estimation du point de consigne de fin de charge attendu.

NOTE 4 Les paliers de tension de la batterie doivent être cohérents avec l'incertitude de mesure requise, en particulier à proximité des points de consigne de régulation prévus. 20 mV par élément de batterie est approprié pendant l'augmentation de la tension, mais 4 mV par élément de batterie ou moins est requis pour les points de régulation qui déclenchent un changement du palier de tension pour assurer une incertitude de mesure appropriée.

NOTE 5 La régulation peut être identifiée en surveillant la tension et le courant d'entrée avec un oscilloscope.

- h) Si le contrôleur est du type régulateur, passer à l'étape suivante. Si le contrôleur est du type MARCHE/ARRÊT, diminuer la tension par paliers jusqu'à ce que le BCC remette le courant PV. Attendre 2 min ou le délai spécifié du BCC + 1 min, la plus grande de ces deux valeurs étant déterminante, entre deux paliers de tension. Consigner cette tension comme étant la tension de retour à la charge. Aller à l'étape I).

NOTE 6 Tenir compte de toute compensation en température et/ou en courant lors de l'estimation du point de consigne de fin de charge attendu.

Il convient que les paliers de tension de batterie soient cohérents avec l'incertitude de mesure requise, en particulier à proximité des points de consigne de régulation prévus.

- i) Imposer une charge d'égalisation si cette fonctionnalité est disponible.
- j) À l'aide d'un oscilloscope, régler le facteur d'utilisation du BCC sur 90 % en augmentant  $R_B$ .
- k) Laisser le contrôleur de charge continuer automatiquement le cycle de charge (c'est-à-dire qu'il convient qu'aucun ajustement supplémentaire de  $R_B$  ne soit nécessaire) jusqu'à ce qu'il ait atteint le mode flottant et y soit resté au moins une demi-heure pour obtenir des relevés stables et éliminer toute possibilité de dérive. Consigner les tensions et courants d'entrée et de sortie aux différentes étapes de charge (égalisation, flottante, etc.).

- l) Répéter l'essai à la température ambiante (de la chambre) de 40 °C.
- m) Fin de l'essai.

## 5.2.3 Essai de déconnexion de charge / reconnexion de charge

### 5.2.3.1 Objectif/Domaine d'application

Cet essai vise à vérifier les points de consigne de basse tension utilisés pour la déconnexion de charge (LVD) et la reconnexion de charge (LVR). Des mesures sont requises à 25 °C.

Certains BCC n'ont pas de fonctionnalités de gestion des charges mais ils ont des contacts auxiliaires qui permettent la commande de la charge par des dispositifs de commutation externes.

NOTE Le BCC avancé peut ne pas dépendre des points de consigne de tension. Dans ces cas, il convient d'utiliser une procédure judicieusement modifiée reposant sur l'algorithme de commande de charge du BCC.

### 5.2.3.2 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.3.

### 5.2.3.3 Procédure d'essai

- a) Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 1.

NOTE 1 Pour cet essai, déconnecter  $R_B$  et la PSU de l'entrée PV.

- b) S'assurer que les conditions spécifiées au 5.1.1 sont remplies à la température ambiante de 25 °C.
- c) Régler la PSU de batterie pour produire une tension de batterie de 2,1 V/élément et la raccorder au BCC.
- d) Si l'unité comporte des bornes de charge, régler la résistance de la charge pour produire un courant de charge de  $10\% \pm 2\%$  du courant de charge assigné à la tension assignée de la batterie. Si l'unité comporte des sorties de commande pour la fonction de déconnexion basse tension, connecter la résistance de la charge à la sortie de la commande pour produire un courant de charge qui peut être géré par cette sortie de commande.
- e) Diminuer la tension de la batterie par paliers jusqu'à ce que le BCC déconnecte la charge (tension et courant aux bornes de la charge = 0). Attendre 2 min ou le délai spécifié du BCC + 1 min, la plus grande de ces deux valeurs étant déterminante, entre deux paliers de tension. Consigner la tension juste avant le déclenchement comme étant la mesure de LVD.

NOTE 2 Tenir compte de toute compensation en température et/ou en courant lors de l'estimation du point de consigne de déconnexion attendu.

Il convient que les paliers de tension de batterie soient cohérents avec l'incertitude de mesure requise, en particulier à proximité des points de consigne de déconnexion prévus.

- f) Augmenter la tension de la batterie par paliers jusqu'à ce que le BCC reconnecte la charge (tension aux bornes de la charge =  $V_{BAT}$ ). Attendre 2 min ou le délai spécifié du BCC + 1 min, la plus grande de ces deux valeurs étant déterminante, entre deux paliers de tension. Consigner la tension juste avant la reconnexion comme étant la mesure de LVR.

NOTE 3 Tenir compte de toute compensation en température et/ou en courant lors de l'estimation du point de consigne de reconnexion attendu.

Il convient que les paliers de tension de batterie soient cohérents avec l'incertitude de mesure requise, en particulier à proximité des points de consigne de reconnexion prévus.

- g) Répéter l'essai à la température ambiante (de la chambre) de 40 °C.
- h) Fin de l'essai.

## 5.3 Essais de performance énergétique

### 5.3.1 Essai d'autoconsommation en mode attente

#### 5.3.1.1 Objectif/Domaine d'application

Le but de cet essai est de déterminer l'autoconsommation du contrôleur de charge de batterie en mode attente (sans entrée PV ou charge).

#### 5.3.1.2 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.3.

#### 5.3.1.3 Procédure d'essai

- a) Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 1.

NOTE Pour cet essai, il convient de retirer  $R_B$  du circuit et aucune entrée PV ou charge n'est requise.

- b) S'assurer que les conditions spécifiées au 5.1.1 sont remplies à la température ambiante de 25 °C.
- c) Régler la tension de la batterie à 2,1 V/élément  $\pm 2\%$ .
- d) S'assurer que les bornes de charge ou la sortie de commande auxiliaire, si présente(s), sont dans le mode actif ou MARCHE.
- e) Mesurer la tension et le courant de la batterie; consigner ces relevés.
- f) Répéter les mesures à 2,0, 1,9, 1,8 et 1,7 V/élément dans cette séquence.
- g) Fin de l'essai.

### 5.3.2 Essai de rendement

#### 5.3.2.1 Objectif/Domaine d'application

Le but de cet essai est de déterminer les courbes de rendement du contrôleur de charge de batterie sur la plage de 10 % à 100 % du courant de charge à une température ambiante de 25 °C.

#### 5.3.2.2 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.6.

#### 5.3.2.3 Procédure d'essai

- a) Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 1.

NOTE 1 Aucune charge n'est requise pour cet essai.

- b) S'assurer que les conditions spécifiées au 5.1.1 sont remplies à la température ambiante de 25 °C.
- c) Régler la tension de la batterie sur 2,2 V/élément en ajustant la PSU de la batterie tout en maintenant constante la valeur de  $R_B$ .

NOTE 2 S'assurer que la PSU de la batterie fonctionne en mode tension constante pendant tout l'essai.

- d) Régler le courant d'entrée PV pour fournir 10 % de courant de charge assigné  $\pm 2\%$ ; réajuster  $V_{BAT-PSU}$  pour produire une tension de batterie de 2,2 V/élément aux bornes du BCC.
- e) S'assurer que le BCC fonctionne en mode brut et que les bornes de charge ou la sortie de commande auxiliaire (si présente(s)) sont dans le mode actif ou MARCHE.
- f) Mesurer la tension, le courant et la puissance d'entrée et de sortie puis consigner ces valeurs pour un relevé de 10 % de courant de charge.

- g) Répéter les étapes d) à f) pour 20 % à 100 % de courant de charge par incréments de 10 %.
- h) Retirer l'alimentation de l'entrée PV.
- i) Appliquer une charge résistive de 100 % du courant nominal aux bornes de la charge du BCC.
- j) Mesurer la chute de tension et le rendement de puissance du BCC.

## 5.4 Essais de la protection et de la sécurité intégrée

### 5.4.1 Essai de performance thermique

#### 5.4.1.1 Objectif/Domaine d'application

Cet essai est réalisé pour évaluer la performance du contrôleur de charge à la température assignée maximale et au courant de charge maximal assigné en mode brut. Lorsqu'aucune condition opératoire ambiante nominale maximale n'est spécifiée par le fabricant, cet essai doit être réalisé à 40 °C. Il convient d'inclure dans cet essai l'essai d'une charge connectée via un dispositif intégré de commutation de charge.

#### 5.4.1.2 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.6.

#### 5.4.1.3 Procédure d'essai

- a) Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 1.
- b) S'assurer que les conditions spécifiées au 5.1.1 sont remplies à la température d'essai spécifiée  $\pm 2$  °C pour la température ambiante.
- c) Régler la tension de la batterie sur 2,2 V/élément en ajustant la PSU de la batterie tout en maintenant constante la valeur de  $R_B$ .

NOTE S'assurer que la PSU de la batterie fonctionne en mode tension constante pendant tout l'essai.

- d) En s'assurant que le BCC fonctionne en mode brut, ajuster le courant d'entrée PV pour fournir 100 % de courant de charge assigné  $\pm 2$  %, et réajuster  $V_{BAT-PSU}$  pour produire une tension de batterie de 2,2 V/élément aux bornes du BCC.
- e) Appliquer la charge assignée aux bornes de charge, si présentes.
- f) Consigner la tension, le courant et la puissance d'entrée et de sortie, ainsi que les températures de puits de chaleur et ambiante à des intervalles de 1 min voire plus courts pendant 1 h ou jusqu'à ce qu'une protection thermique soit déclenchée dans le BCC (régulation de courant, fermeture, etc.).

### 5.4.2 Essai de la protection contre les surintensités PV

#### 5.4.2.1 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.6.

#### 5.4.2.2 Objectif/Domaine d'application

Cet essai est réalisé pour évaluer la performance du contrôleur de charge dans des conditions de surcharge à 25 °C et 125 % du courant de charge assigné en mode brut.

#### 5.4.2.3 Procédure d'essai

- a) Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 1.

NOTE 1 Aucune charge n'est requise pour cet essai.

- b) S'assurer que les conditions spécifiées au 5.1.1 sont remplies à la température ambiante de 25 °C.

- c) Régler la tension de la batterie sur 2,2 V/élément en ajustant la PSU de la batterie tout en maintenant constante la valeur de  $R_B$ .

NOTE 2 S'assurer que la PSU de la batterie fonctionne en mode tension constante pendant tout l'essai.

- d) En s'assurant que le BCC fonctionne en mode brut, ajuster le courant d'entrée PV pour fournir 125 % de courant de charge assigné  $\pm 2$  %, et réajuster  $V_{BAT-PSU}$  pour produire une tension de batterie de 2,2 V/élément aux bornes du BCC.
- e) Consigner la tension, le courant et la puissance d'entrée et de sortie, ainsi que les températures de puits de chaleur et ambiante à des intervalles de 1 min voire plus courts pendant 1 h ou jusqu'à ce qu'une protection thermique soit déclenchée dans le BCC (régulation de courant, fermeture, etc.).

### 5.4.3 Essai de la protection contre les surintensités de la charge

#### 5.4.3.1 Objectif/Domaine d'application

Cet essai est réalisé pour évaluer la performance du contrôleur de charge à 25 °C et 125 % du courant de charge assigné.

#### 5.4.3.2 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.3.

#### 5.4.3.3 Procédure d'essai

- a) Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 1.

NOTE Pour cet essai, il convient de retirer  $R_B$  du circuit et aucune entrée PV n'est requise.

- b) S'assurer que les conditions spécifiées au 5.1.1 sont remplies à la température ambiante de 25 °C.
- c) Régler la tension de la batterie sur 2,0 V/élément  $\pm 2$  %, au moyen de l'alimentation électrique de la batterie.
- d) Régler le courant de charge sur 125 % de la valeur assignée en ajustant la résistance de la charge puis réajuster  $V_{BAT-PSU}$  pour produire une tension de batterie de 2,0 V/élément aux bornes du BCC.
- e) Consigner la tension, le courant et la puissance de la batterie et de la charge ainsi que les températures de puits de chaleur et ambiante à des intervalles de 1 min voire plus courts pendant 1 h ou jusqu'à ce qu'une protection thermique soit déclenchée dans le BCC.

### 5.4.4 Essai de polarité inverse de la batterie

#### 5.4.4.1 Objectif/Domaine d'application

Cet essai vise à vérifier la tolérance du BCC à la connexion de la batterie en polarité inversée et aussi à vérifier la protection de la charge contre l'alimentation en tension négative.

#### 5.4.4.2 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.3, avec les observations spécifiées dans la procédure d'essai.

#### 5.4.4.3 Procédure d'essai

- a) Examiner la documentation du BCC et de l'unité elle-même pour vérifier sa capacité à supporter une connexion à polarité inversée aux bornes de la batterie ou l'existence d'un avertissement spécifique à ne pas le faire. Si un avertissement est donné dans l'unité ou dans sa documentation, ne pas poursuivre l'essai. Sinon, aller à l'étape suivante.
- b) Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 1.

NOTE 1 Pour cet essai, il convient de retirer  $R_B$  et  $C_B$  du circuit et aucune entrée PV n'est requise.

- c) Les disjoncteurs de l'entrée PV et de la batterie étant en position ouverte, inverser la polarité de la PSU de la batterie. Régler la tension de la batterie sur la valeur nominale  $\pm 2\%$ , et fixer le courant limite de la PSU de la batterie à deux fois le courant de charge assigné du BCC.
- d) Régler la résistance de la charge pour tirer 10 % de courant assigné à la tension assignée de la batterie.

NOTE 2 S'assurer d'utiliser une résistance réelle ou une charge électronique qui n'est pas sensible à la polarité.

- e) Consigner la tension, le courant et la puissance de la batterie, de la charge et PV à des intervalles de 10 s voire plus courts pendant la durée de l'essai.
- f) Connecter la batterie et la charge et maintenir la connexion pendant 5 min. Consigner toute alarme affichée par le BCC.
- g) Vérifier que le BCC n'a pas subi de dommage et que la charge n'a pas été alimentée en tension inverse.

#### 5.4.5 Essai de polarité inverse du générateur PV

##### 5.4.5.1 Objectif/Domaine d'application

Cet essai vise à vérifier la tolérance du BCC à la connexion du générateur PV en polarité inversée et aussi à vérifier la protection de la charge contre l'alimentation en tension négative.

##### 5.4.5.2 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.3, avec les observations spécifiées dans la procédure d'essai.

##### 5.4.5.3 Procédure d'essai

- a) Examiner la documentation du BCC et de l'unité elle-même pour vérifier sa capacité à supporter une connexion à polarité inversée aux bornes PV ou l'existence d'un avertissement spécifique à ne pas le faire. Si un avertissement est donné dans l'unité ou dans sa documentation, ne pas poursuivre l'essai. Sinon, aller à l'étape suivante.
- b) Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 1.

NOTE 1 Pour cet essai, il convient de retirer  $R_B$  et  $C_B$  du circuit et aucune entrée de batterie n'est requise.

- c) Les disjoncteurs de l'entrée PV et de la batterie étant en position ouverte, inverser la polarité du simulateur de générateur PV ou de la PSU + résistance en série. Régler la tension et le courant PV et  $R_S$  (le cas échéant) conformément au 5.1.5.2 pour un courant de charge de 100 %.
- d) Régler la résistance de la charge pour tirer 10 % de courant assigné à la tension assignée de la batterie.

NOTE 2 S'assurer d'utiliser une résistance réelle ou une charge électronique qui n'est pas sensible à la polarité.

- e) Consigner la tension, le courant et la puissance de la batterie, de la charge et PV à des intervalles de 10 s voire plus courts pendant la durée de l'essai.
- f) Connecter l'entrée PV et la charge et maintenir la connexion pendant 5 min. Consigner toute alarme affichée par le BCC.
- g) Vérifier que le BCC n'a pas subi de dommage et que la charge n'a pas été alimentée en tension inverse.

#### 5.4.6 Essai de circuit ouvert de la batterie

##### 5.4.6.1 Objectif/Domaine d'application

Cet essai vise à vérifier la tolérance du BCC à l'occurrence d'un circuit ouvert aux bornes de la batterie et la protection de la charge contre son raccordement direct à la tension du générateur PV.

### 5.4.6.2 Montage d'essai

Tel que spécifié en 5.1.6, avec les modifications indiquées dans la procédure d'essai.

### 5.4.6.3 Procédure d'essai

- a) Raccorder le montage d'essai comme spécifié à la Figure 1.
- b) Régler la tension et le courant de la PSU de la batterie conformément au 5.1.6.2.

NOTE Prendre en compte que, dans ce cas particulier,  $I_{\text{CHG-MAX}} = I_{\text{CHG-PV}} - I_{\text{LOAD}}$  si le BCC comporte des bornes de charge.

- c) Fixer les paramètres de fonctionnement de l'alimentation électrique de l'entrée PV pour produire le courant de charge assignée  $\pm 5\%$ . Pour les contrôleurs PWM, la tension MPP de l'alimentation PV doit être de  $140\% \pm 2\%$  de la tension nominale de la batterie et la tension en circuit ouvert doit être de  $175\% \pm 2\%$  de la tension nominale de la batterie. Pour les contrôleurs MPPT, la tension MPP de l'alimentation PV doit être le point médian de la gamme de tension de fonctionnement du BCC  $\pm 2\%$  et la tension en circuit ouvert doit être de  $125\% \pm 2\%$  de la tension MPP.
- d) Si l'unité comporte des bornes de charge, régler la charge sur  $5\%$  du courant assigné aux bornes de charge à la tension nominale de la batterie.
- e) Raccorder la charge de batterie et la source PV dans cet ordre.
- f) Régler la tension de la batterie sur la valeur nominale en ajustant la PSU de la batterie et laisser le BCC dans cet état pendant 5 min.
- g) Déconnecter la batterie en ouvrant SW2. Laisser l'unité dans cet état pendant 5 min. Consigner tout signal/message d'alarme de panne.
- h) Reconnecter la batterie et vérifier si l'unité fonctionne normalement en lisant les signaux éventuels sur l'affichage. Consigner toute observation pertinente.

## 5.5 Essais de l'interface utilisateur

Les exigences relatives à l'interface utilisateur sont contrôlées principalement par inspection du BCC et des manuels d'installation et d'instruction d'accompagnement. Les alarmes sont contrôlées pendant d'autres essais tels que:

- essai de déconnexion de charge / reconnexion de charge (5.2.3)
- essais de polarité inverse (5.4.4 et 5.4.5)
- essai de performance thermique (5.4.1)
- essai de la protection contre les surintensités (5.4.2 et 5.4.3)

**Annexe A**  
(informative)

**Lignes directrices pour la charge de la batterie**

Le Tableau A.1 donne des points de consigne conseillés pour la tension de batterie, pour les essais, lorsque ces informations ne sont pas disponibles auprès du fabricant de batteries.

**Tableau A.1 – Lignes directrices pour le point de consigne de charge de la batterie**

Valeurs données en V par élément à 25 °C	Ouverte	Fermée/VRLA
Charge brute	2,4	2,4
Egalisation	2,45 à 2,55	2,45
Déconnexion basse tension, pour le courant de décharge I10	1,80 à 1,85	1,80 à 1,85
Déconnexion basse tension, pour le courant de décharge de 10 % de I10	1,95 à 2,0	1,95 à 2,0
Flottante	2,35	2,30



INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)