

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Electrical installations for lighting and beaconing of aerodromes – Constant current regulators**

**Installations électriques pour l'éclairage et le balisage des aérodromes – Régulateurs de courant constant**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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 61822

Edition 2.0 2009-05

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Electrical installations for lighting and beaconing of aerodromes – Constant current regulators**

**Installations électriques pour l'éclairage et le balisage des aérodromes – Régulateurs de courant constant**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

U

ICS 29.140.50; 93.120

ISBN 2-8318-1044-0

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions .....	7
4 Classification .....	7
4.1 Output current .....	7
4.2 Current steps.....	7
4.3 Ratings.....	7
5 Requirements .....	8
5.1 General .....	8
5.2 Environmental requirements .....	8
5.3 Performance requirements.....	8
5.3.1 Nominal output current range and tolerances .....	8
5.3.2 Regulation – resistive loading.....	9
5.3.3 Regulation – reactive loading .....	9
5.3.4 Efficiency.....	9
5.3.5 Power factor .....	9
5.3.6 Input voltage.....	9
5.3.7 Load matching .....	9
5.3.8 Operation .....	9
5.3.9 Control/Monitoring System .....	9
5.3.10 Output current surge limitation .....	11
5.3.11 Dynamic response .....	11
5.3.12 Output voltage limitation .....	11
5.3.13 Protective devices.....	11
5.4 Electromagnetic compatibility (EMC).....	12
5.4.1 Limits for emission.....	12
5.4.2 Output current waveform.....	12
5.4.3 Limits for immunity.....	12
5.5 Design requirements.....	12
5.5.1 Local control.....	12
5.5.2 Local indication.....	12
5.5.3 Wiring diagram .....	12
5.5.4 Mechanical design .....	12
5.5.5 Electrical design .....	13
5.5.6 Nameplate .....	14
5.5.7 Instruction manual .....	14
5.6 Protection against electric shock.....	14
5.7 Optional accessories .....	15
5.7.1 Earth fault monitor .....	15
5.7.2 Load indicator .....	15
5.7.3 Lamp fault indicator .....	15
5.7.4 Output lightning arrestors.....	16
5.7.5 Field circuit isolator.....	16
5.7.6 Non-illumination current step.....	16
5.7.7 Out of range indicator .....	16

5.7.8	Output ammeter .....	16
5.7.9	Short circuit protection .....	16
5.7.10	Serial wiring .....	17
6	Qualification and test requirements .....	17
6.1	Type tests .....	17
6.2	Routine tests .....	17
7	Tests description for tests .....	18
7.1	Visual inspection .....	18
7.2	Protection against electric shock .....	19
7.2.1	Verification of protection by enclosures .....	19
7.2.2	Verification of clearances and creepage distances .....	19
7.3	Dielectric test .....	19
7.3.1	Dielectric strength .....	19
7.3.2	Basic impulse insulation level (BIL) test for power transformer .....	19
7.4	Enclosure temperature test .....	19
7.5	Test of protective devices .....	20
7.5.1	Open circuit test .....	20
7.5.2	Overcurrent test .....	21
7.6	Operation test .....	21
7.7	Performance test .....	22
7.7.1	Regulation test .....	22
7.7.2	Efficiency testing .....	22
7.7.3	Power factor .....	23
7.7.4	Output current surge limitation .....	23
7.7.5	Dynamic response .....	23
7.7.6	Power supply interruptions and voltage dips .....	23
7.7.7	Mechanical operation test .....	23
7.7.8	Electromagnetic compatibility (EMC) .....	24
7.7.9	Lightning arrestors .....	24
7.8	Environmental tests .....	24
7.8.1	Low temperature .....	24
7.8.2	High temperature .....	25
7.9	Optional accessories .....	25
	Figure 1 – Nameplate .....	14
	Figure 2 – Open circuit test schematic diagram .....	20
	Table 1 – Standard CCR output current step pre-settings .....	8
	Table 2 – CCR remote control/monitoring functions .....	10
	Table 3 – Lamp failure indicator .....	15
	Table 4 – Type and routine tests .....	18
	Table 5 – BIL test .....	19
	Table 6 – Resistive loading test .....	22
	Table 7 – Reactive loading test .....	22

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR LIGHTING  
AND BEACONING OF AERODROMES –  
CONSTANT CURRENT REGULATORS**
**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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 61822 has been prepared by IEC Technical Committee 97: Electrical installations for lighting and beaconing of aerodromes.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2002. It is a technical revision.

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

- a) revision and update of terms and definitions;
- b) addition of new paragraphs, such as "Nominal output current range and tolerances";
- c) modification of some paragraphs, such as those related to "Local control" and "Remote control";
- d) deletion of some paragraphs, in particular "Power transformers" and "Output current indicator".

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

FDIS	Report on voting
97/135/FDIS	97/139/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 maintenance result 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.

# ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR LIGHTING AND BEACONING OF AERODROMES – CONSTANT CURRENT REGULATORS

## 1 Scope

This International Standard specifies the requirements for a Constant Current Regulator (CCR) having a nominal output of 6,6 A for use in an aeronautical ground lighting constant current series circuit. However, CCRs may be manufactured which have a different power rating (kVA) and current steps than those specified in this standard in order to be used on existing circuits. This standard should be applied where appropriate for these CCRs.

## 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 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60439-1:1999, *Low-voltage switchgear and control gear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC/TS 61000-6-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-5: Generic standards – Immunity for power station and substation environments*

IEC 61024-1, *Protection of structures against lightning – Part 1: General principles*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61439-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 62305-1, *Protection against lightning – Part 1: General principles*

IEC 62305-3, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

CISPR 11, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 22, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions developed to be included in international standards relating to airport/aerodrome visual aids apply

#### 3.1

##### **aeronautical ground lighting (AGL) constant current series circuit**

apparatus configured as an electrical circuit designed to produce and operate with a constant current, independent of variations in the load, in order to provide a specified light output for aeronautical purposes

#### 3.2

##### **constant current regulator (CCR)**

apparatus which produces a current output at a constant r.m.s. value independent of variations in the constant current series circuit load, input voltage and service conditions as specified

#### 3.3

##### **open circuit**

AGL constant current series circuit with an unplanned interruption at any location of the primary current line that produces a hazardous high voltage between the interrupted circuit sections

#### 3.4

##### **forced ventilation**

cooling system in which the air is moved by external power

#### 3.5

##### **live**

electrically connected to a source of electricity or having acquired a charge by other means

### 4 Classification

#### 4.1 Output current

The CCR shall produce a maximum rated r.m.s. current output of 6,6 A and a minimum rated r.m.s. current output of 1,8 A.

#### 4.2 Current steps

CCRs shall be classified according to the number of output current steps available, as follows:

- style 1 : 3 current steps;
- style 2 : 5 current steps.

Each step shall have a single adjustment over the full range specified in 4.1.

NOTE An additional low current step(s) for non-illumination purposes may be offered as an option (see 5.7.6). Each style CCR can be configured to operate with a reduced number of current steps.

#### 4.3 Ratings

CCRs shall be manufactured in the following output power ratings:

1 kVA; 2,5 kVA; 5 kVA; 7,5 kVA; 10 kVA; 15 kVA; 20 kVA; 25 kVA; and 30 kVA.

NOTE 1 There may be situations where greater power rating is required than that specified in this International Standard to meet existing circuit requirements. In this case, the CCR should meet the applicable performance, qualification and safety requirements contained in this International Standard.

The nominal input voltage to the CCR (see 5.3.6) shall be a single-phase or multiple phase value in accordance with IEC 60038.

The operating frequency shall be 50 Hz ± 7,5 % or 60 Hz ± 7,5 %.

NOTE 2 The CCR may be designed to operate from a d.c. power source.

## 5 Requirements

### 5.1 General

The following requirements are grouped into six categories: environmental, performance, EMC, design, protection against electric shock and optional accessories.

### 5.2 Environmental requirements

The equipment shall be designed for continuous indoor operation without derating, under the following conditions:

- temperature range from 0 °C to +50 °C;
- relative humidity from 10 % to 95 % without dewing;
- altitude from sea-level to 1 000 m;
- electromagnetic compatibility – as per IEC 61000-6-2.

### 5.3 Performance requirements

#### 5.3.1 Nominal output current range and tolerances

The nominal output current range is:

- Style 1: 4,8 A to 6,6 A;
- Style 2: 2,8 A to 6,6 A.

Table 1 gives the standard pre settings of the CCR. These settings may be varied according to the requirements of an airport.

**Table 1 – Standard CCR output current step pre-settings**

Style	Current step	Nominal output current A (r.m.s.)
1	3	6,60
	2	5,50
	1	4,80
2	5	6,60
	4	5,20
	3	4,10
	2	3,40
	1	2,80

Tolerance of ± 0,1 A for each current step setting within the nominal output current range.

### 5.3.2 Regulation – resistive loading

While powering any resistive load between no load (short circuit) and full load, the CCR shall provide an output current within the specified tolerance for each current step setting within the nominal output current range.

CCRs shall provide regulation over the full range of environmental conditions specified in 5.2 and within the input voltage range of 90 % to 110 %.

### 5.3.3 Regulation – reactive loading

The CCR shall maintain the current within the specified tolerance for each current step setting within the nominal output current range when the load has an inductive power factor of 0,60.

### 5.3.4 Efficiency

At all current steps, the average efficiency of the CCR, operating at rated input voltage into a full nominal resistive load shall not be less than 80 %.

### 5.3.5 Power factor

The power factor of the CCR, operating at rated input voltage into a full nominal resistive load shall not be less than 0,90.

### 5.3.6 Input voltage

Input voltage shall be as stated in 4.3. The CCR shall operate as required in 5.3.1 when the input voltage is anywhere between 90 % and 110 % of the nominal input.

The CCR shall be designed to withstand momentary increases of voltage up to 120 % and momentary decreases of voltage down to 80 % of the nominal input voltage without being de-energized or damaged by such voltages. The CCR shall withstand such voltage excursions for up to 50 ms within a period of 1 min. The CCR shall automatically resume normal operation (Table 1) when the input voltage returns to 90 % to 110 % of the nominal value.

### 5.3.7 Load matching

CCRs shall match connected loads from 50 % to 100 % of the rated load.

For resistive loads in the range of 50 % to 100 % of the rated load, at the rated input voltage, and with an output current at 100 %, the efficiency and power factor shall not be less than the values specified in 5.3.4 and 5.3.5. If required, additional output load taps may be provided to allow a more precise adjustment or lower load matching.

### 5.3.8 Operation

The CCR shall stabilize the output current at any selected current step within 500 ms, and shall hold the output current stable within the specified tolerance of the nominal output current. There shall not be any interruption of output current to the series circuit when switching from one current step to another.

### 5.3.9 Control/Monitoring System

#### 5.3.9.1 Functions

The CCR shall be capable of being controlled locally and from a remote location. Information on the selected current step and remote/local status shall be provided at the CCR regardless of whether the CCR is in local or remote control.

The local control system shall be integral to the CCR and shall not be supplied from a source located outside the CCR package. The CCR shall be capable of being controlled remotely for any current level by parallel wiring or serial interface. The design of the remote control interface shall provide, at least, the inputs and outputs described in Table 2.

**Table 2 – CCR remote control/monitoring functions**

Remote control			Remote monitoring			
	Standard	Option	Standard		Option	
a	On/Off selection		a	CCR on		
			b	Local/Remote		
b	Current step selection		c	Step 1 selected	c1	Step 1 obtained
			d	Step 2 selected	d1	Step 2 obtained
			e	Step 3 selected	e1	Step 3 obtained
			f	Step 4 selected	f1	Step 4 obtained
			g	Step 5 selected	g1	Step 5 obtained
					h	CCR out of range
			I	Open circuit trip		
			J	Over current trip		
c		CCR Non-illumination step			k	CCR non-illumination step
d		Circuit Selector Switch			l	Circuit selector fault
					m	Lamp fault warning
					n	Lamp fault alarm
					o	Earth fault warning
					p	Earth fault alarm

NOTE For the monitoring section, if (c1) to (g1) is implemented, (c) to (g) can be omitted

**5.3.9.2 Control interface**

The standard source voltage for controlling and monitoring the CCR shall be +24 V d.c., +48 V d.c., or +60 V d.c. nominal, with the negative pole being common. Remote control power shall be provided from a source either external or internal to the CCR. If internal, a dedicated power supply shall be for remote control only.

Relays or other isolating devices shall be provided for switching on and setting the current steps of the CCR.

Monitoring of the CCR data output shall be provided by relay contacts or another isolating device rated at minimum 60 V d.c. and 50 mA. Where a common pole is used, it shall be negative.

Terminal blocks or connectors having a minimum voltage rating of 300 V shall be installed in the control cabinet for connection of external wiring associated with monitoring and remote control. Terminal blocks or connectors shall accommodate 0,250 mm<sup>2</sup> to 2,500 mm<sup>2</sup> cable with a minimum insulation rating of 300 V. Space for spare positions shall be provided to accommodate optional devices.

**5.3.9.3 Monitoring terminals**

One terminal for each of the functions listed in 5.3.9.1 shall be provided.

### 5.3.10 Output current surge limitation

The CCR shall be designed with a controlled feature, so that switching the CCR on and off, changing current steps, or shorting the load, shall not damage the CCR, trip a protective device, nor produce output current surges (transients) that will damage series circuit equipment. Changes of intensity due to switching of current steps in local or remote control shall occur without over-shoots exceeding 6,7 A r.m.s.

### 5.3.11 Dynamic response

For sudden load variations exceeding 10 % of the load, the duration of the possible over current condition shall be limited to one half-cycle. If the peak current reaches twice the maximum peak current while in normal operation, (i.e. peak current in short circuit at maximum current and maximum input voltage) or the current reaches 125 % of the maximum r.m.s. value, the current shall be limited under 2,0 A r.m.s. after the half sine wave in progress. The suppression shall remain for one to four cycles and then the current limits of Table 1 shall be achieved in 500 ms or less.

### 5.3.12 Output voltage limitation

With the open circuit protection disabled, the peak output voltage of an open-circuited CCR shall not exceed twice the rated r.m.s. output kVA divided by the rated r.m.s. output current.

### 5.3.13 Protective devices

#### 5.3.13.1 Open circuit protection

The CCR shall include an open-circuit protective device to de-energize the CCR output within 1 s after an open circuit condition occurs in the primary series circuit. The protective device shall be reset manually from the local position only. The CCR shall not trip out due to the switching of load circuits or other transients.

#### 5.3.13.2 Overcurrent protection

The CCR shall include an overcurrent protective device to de-energize the CCR output between 3 s and 5 s when the output current exceeds 6,75 A r.m.s. The CCR shall de-energize the output within 300 ms when the output current exceeds 8,30 A r.m.s. The protective device shall be reset manually from the local position only.

#### 5.3.13.3 Primary switching

The CCR shall have an electro-mechanical isolating device that interrupts the input power before it reaches the main power transformer and shall not interrupt internal control power.

#### 5.3.13.4 Input power loss

In the event of an input power loss for up to 1 min, the CCR shall resume operation on the selected current setting within 500 ms after the restoration of input power.

NOTE It is not required to fulfil the 500 ms run up time for a power loss period longer than 1 min.

#### 5.3.13.5 Output series circuit switching

When the CCR is used with a circuit selector, the CCR shall not lock-out or produce surges that would damage the connected series circuits.

Means shall be provided for interlocking the CCR and circuit selector switch. A breaking switch in the circuit selector switch shall force the CCR output current to zero while the circuit selector switch is operating.

## **5.4 Electromagnetic compatibility (EMC)**

### **5.4.1 Limits for emission**

CCRs shall comply with IEC 61000-6-4, the EMC generic emission standard for industrial environments. Radiated emission limits shall be in accordance with CISPR 11, class B.

### **5.4.2 Output current waveform**

The CCR shall provide an output current waveform with a crest factor of less than 3,2 at all current steps at the nominal input voltage and with 10 % resistive load.

### **5.4.3 Limits for immunity**

CCRs shall comply with the generic immunity standards for industrial environments IEC 61000-6-2, supplemented by applicable parts of IEC/TS 61000-6-5 containing EMC immunity requirements for power station and substation environments (locations where apparatus for electricity utilities are installed). CCRs shall comply with requirements for apparatus installed in type G locations (power stations and medium voltage substations) as defined in IEC/TS 61000-6-5.

## **5.5 Design requirements**

### **5.5.1 Local control**

The CCR shall be capable of being locally controlled to provide the following functions:

- on/off;
- local/remote control;
- current steps.

### **5.5.2 Local indication**

The CCR shall provide on the front of the unit an indication for the following:

- an open-circuit trip-out has occurred;
- an over current trip-out has occurred;
- input voltage is present;
- CCR is set to local or remote control;
- selected current step;
- output current is present (if no ammeter is installed according to 5.7.8).

### **5.5.3 Wiring diagram**

A wiring diagram showing all customer connection points shall be permanently readable, and located in a visible place in the CCR.

### **5.5.4 Mechanical design**

The CCR shall be constructed only of materials capable of withstanding the mechanical, electrical, and thermal stresses as well as the effects of humidity, which are likely to be encountered in normal service.

Protection against corrosion shall be ensured by the use of suitable materials or by the application of equivalent protective coatings to the exposed surface, taking account of the intended conditions of use and maintenance.

All enclosures and partitions shall be of a mechanical strength sufficient to withstand the stresses to which they may be subjected in normal service.

The CCR cabinet shall be designed for ease of installation movement of the unit (e.g. rollers, lifting rings, etc.).

If a CCR is designed as a distributed system where parts of the CCR are not in the same housing, the cabling used for interconnection between the separated parts has to be defined by the manufacturer.

The apparatus and circuits in the CCR shall be so arranged as to facilitate their operation and maintenance and at the same time to ensure the necessary degree of safety.

The CCR shall be designed and arranged in such a way that certain operations, according to agreement between manufacturer and user, can be performed when the CCR is connected to the mains.

Such operations may be:

- a) visual inspection of
  - switching devices and other apparatus,
  - settings and indicators,
  - conductor connections and markings;
- b) adjusting and resetting of relays, releases and electronic devices;
- c) certain fault location operations.

Necessary measures shall be taken to enable maintenance of the CCR, with adjacent functional units or groups energized. Such measures may be:

- sufficient space between subassemblies;
- use of barrier protected sub-sections for each subassembly;
- use of compartments for each subassembly;
- insertion of additional protective means provided or specified by the manufacturer.

#### **5.5.5 Electrical design**

All components used in the design of the CCR shall be suitable for their function and shall not operate in excess of 80 % of the component manufacturer's recommended rating. In order to maximize reliability, it is recommended that no forced ventilation be utilized. If either is used, it shall be monitored with an alarm given upon failure. Upon failure of the cooling or heating element, the CCR shall continue to operate normally for a period of time specified by the manufacturer.

All cabling and small wiring shall be securely placed in systematic runs and coded where terminated. Power cabling shall be terminated with lugs or eyes and terminals shall be clearly and appropriately coded. Wiring identification shall be in agreement with the indicators on wiring diagrams and drawings. Bushings, glands, or grommets shall protect cabling and wiring passing through metal work.

The protective earth conductor shall be readily distinguishable by twin coloured green and yellow markings. When the protective conductor is an insulated single core cable, this colour identification shall be used throughout the entire length.

Insulated conductors shall be rated for at least the maximum voltage of the circuit concerned.



The degree of protection provided by the cabinet containing a CCR assembly against contact with live parts or ingress of solid bodies and liquid shall be indicated by the IP designation, according to IEC 60529.

For CCR assemblies for indoor use where there is no requirement for protection against ingress of water, the degree of protection shall be at least IP2X after installation in accordance with the manufacturer's instructions.

For CCR assemblies for outdoor use having no supplementary protection, the second numeral shall be at least 3.

High voltage equipment (1 000 V or greater), including the power transformer, shall be isolated from the low voltage equipment either by construction when they are in the same assembly, or by inclusion in a separate switchgear assembly.

The internal access plates shall be fitted with the appropriate IEC warning label.

## 5.7 Optional accessories

### 5.7.1 Earth fault monitor

An earth fault indicator may be built into the CCR for monitoring its own output circuit and shall be designed in one of the following ways.

- When the CCR is in a brightness step, it shall be designed to apply a d.c. voltage of 500 V maximum on the output series circuit relative to ground or earth potential.
- When the CCR is disconnected, it shall be designed to apply a d.c. voltage of 1 000 V maximum on the output series circuit relative to ground or earth potential.

The earth fault indicator shall be able to detect an insulation resistance with a minimum range of 10 k $\Omega$  to 50 M $\Omega$ .

The insulation resistance reading shall be independent of the current step setting, and of the location of the fault. The fault shall be measured permanently as soon as the local switch is on "remote control" position or on a current step setting. If operated at voltages exceeding 70 V d.c., when the CCR is in local-off, this control device shall be automatically switched off.

At least two thresholds (warning and alarm), determined in relation to the local operational requirement of the airport, shall be offered with information available locally and remotely.

### 5.7.2 Load indicator

A load indicator may be installed in the CCR in order to indicate the amount of load on the CCR.

### 5.7.3 Lamp fault indicator

A lamp fault detector may be installed in the CCR to detect a pre-determined number of burnt out lamps on the series circuit.

**Table 3 – Lamp failure indicator**

Range of burnt out lamps in % of total installed lamps	Required accuracy of the lamp failure indicator in % of total installed lamps
≤ 10 %	1 %
>10 % to ≤30 %	2 %

Detection shall operate, at a minimum, the top two steps of both CCR types and for all loads between 25 % and 100 % of the nominal load.

The tolerances are valid for the basic conditions:

- all lamp transformers of same type;
- all loads of same wattage;
- all loads of lamp load;
- the fault occurred by broken filament.

At least two thresholds (warning and alarm) for the number of lamps out of service shall be available. These thresholds shall be adjustable from two times the actual accuracy. Local visual indication shall be provided, as well as remote indication when a lamp out warning or alarm has occurred.

#### **5.7.4 Output lightning arrestors**

The CCR may be fitted with output surge protective devices (SPD).

Where fitted, SPD shall meet the lightning protection requirements of IEC 62305-1 and IEC 62305-3.

Where fitted, SPD of the size necessary to protect the CCR shall be installed across the CCR output terminals. The ground side of the SPD shall be connected to the earth terminal of the enclosure or other suitable earth ground location. The SPD shall have the capability to withstand a pulse on the output circuit consisting of a 10  $\mu$ s by 20  $\mu$ s current surge of 15 000 A with a subsequent power-follow current and a voltage surge of 10 000 V/ $\mu$ s minimum without damaging the CCR.

#### **5.7.5 Field circuit isolator**

The CCR may contain an integral isolating device to allow the isolation of the outgoing field cables for the purpose of load disconnection, cable insulation resistance testing, and ground search capability. When operated, the device shall short out the CCR output terminals and provide access for instrument connection to both of the load side terminals. A facility shall be provided for earthing the primary series circuit.

#### **5.7.6 Non-illumination current step**

A non-illumination current step may be offered to allow the use of accessory devices on the series circuit. The minimum nominal current value shall be 1,8 A r.m.s. The accuracy of this option shall be  $\pm 0,1$  A.

#### **5.7.7 Out of range indicator**

The CCR may contain an out of range indicator for the series circuit. This indicator shall be installed on the CCR front panel that displays a warning when the current measured for the selected current step is not within the required limits.

#### **5.7.8 Output ammeter**

An r.m.s. reading ammeter may be installed on the front panel of the CCR to indicate output current. The accuracy shall be better than or equal to  $\pm 1$  % of the full range (i.e. 6,6 A).

#### **5.7.9 Short circuit protection**

The CCR may have short-circuit protection on the primary side of the power transformer appropriate to the fault current level.

### 5.7.10 Serial wiring

All controls and output functions may be optionally available using a serial interface. Output functions exclusively may be made optionally available via a serial interface.

## 6 Qualification and test requirements

### 6.1 Type tests

The type tests shown in Table 4 aim to ensure that the design of the CCR is able to comply with this standard. Any certification report shall mention compliance to this standard and to any other applicable standard.

Each CCR design type shall be tested with the largest power rating for each enclosure size. All tests shall be performed with all optional accessories offered by the manufacturer, which are defined in 5.7.

The ambient temperature shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least two thermometers or thermocouples equally distributed around the CCR assembly. The ambient temperature shall be in the range from +10 °C to +40 °C.

In case the CCR is made of several subassemblies, the type test shall be run on a complete assembly containing subassemblies wired as per the manufacturer's instruction manual. The test results for the CCR and each subassembly shall be recorded.

### 6.2 Routine tests

The following tests, shown in Table 4, shall be carried out at the factory on every CCR assembly when it is assembled in accordance with a previously accepted type or through the exclusive use of parts and accessories specified or supplied by the manufacturer for this purpose and already approved.

The following minimum routine tests shall be undertaken at an ambient temperature in the range from +10 °C to +40 °C. Additionally, the CCR shall be checked for compliance with the particular requirements of the purchase order/contract. This check shall at least comprise, but not be limited to, specific controls, signalling and/or marking.

The results of the routine tests shall be recorded in the test protocol. A copy of these results shall be included with each CCR.

NOTE The performance of the routine tests at the factory does not relieve the CCR installer from the duty of checking it after transport and installation.

**Table 4 – Type and routine tests**

Test	Type test	Routine test	reference
Visual inspection	X	X	7.1
Safety	X	X	7.2
Power frequency	X		7.3.1
Enclosure temperature	X		7.4
Open circuit	X	X	7.5.1
Overcurrent	X	X	7.5.2
Operation	X	X	7.6
Regulation (resistive load)	X	X	7.7.1.1
Regulation (reactive load)	X		7.7.1.2
Efficiency	X		7.7.2
Power factor	X		7.7.3
Output current surge	X		7.7.4
Dynamic response	X		7.7.5
Power supply interruptions	X		7.7.6
Output waveforms	X		5.4.2
Mechanical operation	X	X	7.7.7
EMC	X		7.7.8
BIL	X		7.3.2
Lightning arrestors	X		7.7.9
Low temperature	X		7.8.1
High temperature	X		7.8.2

## 7 Tests description for tests

Calibrated r.m.s. measuring equipment with an accuracy class at least twice the specified accuracy for the parameter to be measured shall be used. Calibration shall be traceable. When a variation from a following test description is applicable in the corresponding re-qualification or routine production tests, the variation is explicitly recorded.

### 7.1 Visual inspection

The equipment shall be visually inspected for compliance with:

- manufacturer's data sheet;
- manufacturer's drawings;
- manufacturer's instruction manual;
- this standard regarding name plate position and content;
- presence of the safety warnings;
- presence and size of power, earthing and control terminals;
- presence of equipment (rolling castors, lifting rings, etc.) specified in this International Standard.

## 7.2 Protection against electric shock

### 7.2.1 Verification of protection by enclosures

The specified degree of protection provided by enclosures shall be verified in accordance with procedures specified in IEC 60529.

### 7.2.2 Verification of clearances and creepage distances

It shall be verified that the clearances and creepage distances which comply with values are consistent with the rated insulation voltages. Tables 1 and 2 included in IEC 61439-1 contain minimum values for clearances and creepage distances for low voltage circuits. If necessary, the clearances and creepage distances have to be verified by measurements, taking account of possible deformation of parts of the enclosure or of the internal screens, including possible changes in the event of a short-circuit.

NOTE The rated insulation voltage is a voltage value to which dielectric test voltages and creepage distances are referred. It is assumed that the maximum rated operational voltage of any circuit of the CCR will not, even temporarily, exceed 110 % of its rated insulation voltage.

## 7.3 Dielectric test

### 7.3.1 Dielectric strength

The dielectric strength shall be checked as follows:

- a) between output terminals and earth in accordance with 10.9.2 of IEC 61439-1, with the test voltage being twice the rated insulation voltage plus 2 500 V r.m.s., with the rated insulation voltage being 1,1 times the maximum operating voltage (when the CCR is operating at maximum rated output current). During this test, the control terminals and low voltage circuitry shall be bonded to earth;
- b) low voltage input terminals and earth (output and control terminals bonded to earth) in accordance with 10.9.2 of IEC 61439-1.

### 7.3.2 Basic impulse insulation level (BIL) test for power transformer

Basic lightning impulse insulation level (BIL) testing of the CCR's power transformer shall be performed on both the primary and secondary windings. The terminals of each winding shall be connected together to the high impulse generator. All other terminals and the core shall be grounded. Testing shall be performed with a 1,2  $\mu$ s rise time  $\times$  50  $\mu$ s fall time wave shape at the nominal peak levels shown below (Table 5) with a negative polarity. One reduced, two chopped and one full impulse wave shall be applied.

**Table 5 – BIL test**

Transformer size	Primary BIL			Secondary BIL		
	Reduced wave kV Peak	Chopped wave kV Peak	Full wave kV Peak	Reduced wave kV Peak	Chopped wave kV Peak	Full wave kV Peak
Under 10 kVA	7	10	10	7	10	10
10 kVA and 15 kVA	7	10	10	12	20	20
20 kVA, 25 kVA and 30 kVA	7	10	10	18	30	30

## 7.4 Enclosure temperature test

The CCR shall be installed and wired per manufacturer's instruction manual. The clearances around the CCR shall be at the minimum specified by the instruction manual.

The enclosure temperature test shall be carried out as follows.

- a) Connect the CCR to a nominal power source and a nominal resistive load.
- b) Adjust the CCR for supplying a nominal output current until the temperature has stabilized (no variation in excess of 1 °C for a period of 1 h). Record the highest temperature spot on the enclosure. Verify that the temperature on the enclosure does not exceed 15 °C above the ambient temperature. Record the temperature.

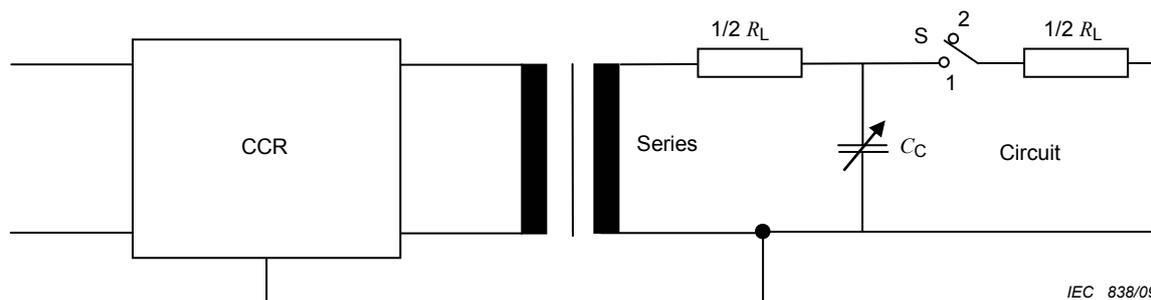
## 7.5 Test of protective devices

### 7.5.1 Open circuit test

An open circuit test (see 5.3.13.1) shall be carried out as follows.

The open circuit maximum r.m.s voltage before operation of the protective circuitry should not exceed twice the nominal r.m.s. output voltage (rated r.m.s. output kVA divided by the r.m.s. output current).

- a) Force or adjust the CCR output current to between 1,30 A and 1,50 A ( $I_0$ ). Check that the power to the output transformer is switched off within 1 s.
- b) De-energize the CCR. Remove the load circuit from the output of the CCR.
- c) Re-energize the CCR into the highest current step. Check that the power to the output transformer is switched off within 1 s and record the maximum output voltage.
- d) Test for cap load.



$R_L$	load resistance
$C_C$	simulation of cable capacitance
S	switch for simulation of a circuit interrupt

**Figure 2 – Open circuit test schematic diagram**

- 1) Preparation
  - Size  $R_L$  suitable to the nominal load of the CCR (e.g. CCR 15 kVA,  $R_L = \text{ca. } 300 \Omega$ )
  - Deactivate capacitive switch off circuitry " $I_C$ - switch off" of the CCR
  - Open switch S (position 2) and switch on CCR in step 1  
Adjust  $C_C$  in a way that a current of  $1,1 \times I_0$  will flow ( $I_0 =$  open circuit protection current)
  - Afterwards switch off CCR and close switch S again (position 1)
  - Activate capacitive switch off circuitry of the CCR
  - Switch on CCR in all current steps → CCR shall not switch off due to capacitive switch off circuitry
- 2) " $I_C$ - switch off" Test

- a) Test “ $I_C$ – switch off” when CCR is on
- Switch on CCR in lowest step
  - Open switch S (switch in position 2) → CCR shall switch off ( $I_C$ -tripping) within 1 s after switching S in position 2 and generating open circuit-alarm
  - Afterwards de-energise CCR manually and close switch S (position 1)

Test “ $I_C$ – switch off” for all other current steps accordingly.

**Notice:** In higher steps it may be that the series circuit current with open switch S is less than  $I_0$  due to a different form factor of the current. In this case the CCR shall trip by the open circuit switch off circuitry ( $I_0$ -tripping).

- b) Test “ $I_C$ – switch off” during CCR switching on
- Switch off CCR
  - Open switch S (set to position 2)
  - Switch on CCR in lowest step → CCR shall switch off ( $I_C$ -tripping) within 1 s after CCR switching on

Test “ $I_C$  – switch off” for all other current steps accordingly

- 3) Test “ $I_C$ – switch off” with  $2 \times C_C$  and  $3 \times C_C$
- Capacitor value  $C_C$  found under 1)
    - double  $C_C$  for rated nominal loads up to 20 kVA
    - triple  $C_C$  for rated nominal loads for more than 20 kVA
  - Afterwards switch off CCR and close again switch S (position 1)
  - Switch on CCR in all current steps → CCR shall not switch off (no  $I_C$ -tripping)

Execute tests according to 2) with  $2 \times C_C$  and  $3 \times C_C$

### 7.5.2 Overcurrent test

An overcurrent test (see 5.3.13.2) shall be carried out as follows.

- a) Force or adjust the CCR output current to more than 6,75 A and check that the power to the output transformer is cut off within 3 s to 5 s.
- b) Force or adjust the CCR output current to more than 8,30 A. Check that the power to the output transformer is cut off within 300 ms.

### 7.6 Operation test

By applying a nominal supply voltage and control signals insulated from earth, check that the CCR is fully responding to the signals and that local and remote signalling follows the actual operation (see 5.3.8).

In order of precedence, reference shall be made to this standard, then to the CCR data sheet, then to the instruction manual.

The following procedures shall be carried out.

- a) Circuit breakers, fuses, safety switches, etc. shall be checked.
- b) Local ON/OFF and current step selection shall be checked.
- c) Remote ON/OFF and current step selection of the CCR shall be verified at all current steps by inserting a 215  $\Omega$  resistor in series with all lines of the remote control circuitry (+48 V d.c. control), except for the common lead of the control power line. Operate the CCR remotely on all current steps at the rated output load to verify compliance.
- d) Verify that when the control switch is in the local position, changes in the remote control status have no effect.

## 7.7 Performance test

### 7.7.1 Regulation test

#### 7.7.1.1 Resistive loading

This test (see 5.3.2) shall be carried out as follows.

- a) Operate the CCR at the nominal input voltage and full load until thermal stabilization (less than 1 °C temperature variation in 1 h).
- b) Proceed to measure in accordance with 5.3.1 the output current at each current step at the given input voltage and load conditions shown in Table 6.
- c) Verify the output current is in compliance with Table 1.

**Table 6 – Resistive loading test**

Input voltage	Short circuit load	Full load
90 %	X	X
Nominal	X	X
110 %	X	X

#### 7.7.1.2 Reactive loading

This test (see 5.3.3) shall be carried out as follows.

- a) Operate the CCR at the nominal input voltage and full load until thermal stabilization (less than 1 °C temperature variation in 1 h).
- b) Proceed to measure in accordance with 5.3.3 the output current at each current step at the given input voltage and load conditions shown in Table 7.
- c) Verify that the output current is in compliance with Table 1.

**Table 7 – Reactive loading test**

Input voltage	Half load having inductive power factor of 0,60 <sup>a</sup>
90 %	X
Nominal	X
110 %	X

<sup>a</sup> The inductive load may be achieved by including the appropriate number of series circuit transformers with open secondary or an equivalent load as part of the test circuit.

#### 7.7.2 Efficiency testing

After the test described in 7.7.1.1, the efficiency at each current step (see 5.3.4) shall be computed as follows:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

where

$\eta$  is the efficiency,

$P_2$  is the active output power, and

$P_1$  is the active input power.

The average efficiency shall be calculated at each nominal current step for resistive load of 100 % at the nominal input voltage. The sum of the efficiencies shall be divided by the number of current steps at each load. Verify that the average efficiency at each load is not less than 80 %.

### 7.7.3 Power factor

After the test described in 7.7.1.2, the power factor (see 5.3.5) shall be computed as follows:

$$PF = \frac{P}{S}$$

where

*PF* is the power factor,

*P* is the total input active power in W, and

*S* is the apparent input power in VA.

The measurement and calculation shall be made at the highest nominal current step for resistive load of 100 % at the nominal input voltage. Verify that the power factor is not less than 0,90.

### 7.7.4 Output current surge limitation

This test shall be carried out as follows.

- a) Test the settling time of the output current at nominal voltage when switching from short circuit to full load or vice versa.
- b) Verify that the output current reaches the specifications given in 5.3.10. The new value shall be stabilized within the limits of Table 1 in 500 ms or less of the start of the initiating event.

### 7.7.5 Dynamic response

This test shall be carried out in the following way:

- a) Test the CCR's response time with 0,60 lag power factor inductive full load to sudden dynamic load variations.
- b) For each current step, verify that the output current does not exceed the specifications given in 5.3.11 when 25 % of the load is suddenly short-circuited. Repeat the test by suddenly short-circuiting 50 % of the load for each current step.

### 7.7.6 Power supply interruptions and voltage dips

This test shall be carried out as follows.

After a power interruption or low voltage condition (see 5.3.6) occurs, verify that when the power supply is restored, the CCR resumes operation at the correct current step as indicated in Table 1 within 500 ms. For this test, interruptions of the power supply shall be in the following intervals: 10 ms, 50 ms, 200 ms, 500 ms and 1 s.

### 7.7.7 Mechanical operation test

This test shall be carried out as follows.

- a) Check for the correct operation of all controls of the CCR.
- b) Check for the effective interlocks per instruction manual.

- c) Check for effective operation of the safety devices when opening doors/panels giving access to compartments containing dangerous voltages.
- d) Check for effective operation of the door/panel locks and that the keys can be removed in the locked position.

### 7.7.8 Electromagnetic compatibility (EMC)

CCRs shall be tested in accordance with 5.4. A copy of the manufacturer's certificate of compliance shall be included in the instruction manual delivered with the equipment. The test reports shall be kept by the manufacturer and presented on request to the buyer. Any significant engineering change shall be cause for type retesting.

#### 7.7.8.1 Emission tests

A CCR of each construction type, and for the lowest and highest power output rating per construction type shall be tested according to IEC 61000-6-4. The limits for emission on the power and enclosure ports shall be measured according to CISPR 11 for signal ports corresponding to information technology signals; they shall be measured according to CISPR 22.

#### 7.7.8.2 Output waveform

To ensure compatibility between CCRs and auxiliary equipment which may be powered by the CCR output, the manufacturer shall supply with the qualification documentation, oscilloscope photographs, printouts, or digital file of the output current and voltage waveform at nominal line voltage for all current steps in short circuit, half-load, and full-load. They shall be taken with a reactive load and then repeated with 30 % of the series circuit isolation transformers open-circuited. Tests shall be performed indicating a crest factor less than 3,2 at all current steps at nominal input voltage and with 10 % resistive load.

These output waveforms will be used by the auxiliary equipment manufacturers to ensure compatibility with all approved CCRs. These waveforms shall also be available in a manual to any interested auxiliary equipment manufacturers for a nominal fee.

#### 7.7.8.3 Immunity tests

A CCR of each construction type, and for the lowest and highest power output rating per construction type shall be tested according to IEC 61000-6-2 and applicable parts of IEC/TS 61000-6-5.

#### 7.7.9 Lightning arrestors

If provided, verify that the CCR's lightning arrestor has been tested to the requirements of 5.7.4.

### 7.8 Environmental tests

#### 7.8.1 Low temperature

This test shall be carried out as follows.

- a) The CCR (or, in the case where the CCR is mounted in several racks with all power and control components combined together as an assembly in identical enclosures as they will be installed in the field) shall be installed in a low temperature chamber in which the temperature shall be adjusted to  $0\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  and left there for a period not less than 4 h after temperature stabilization. The CCR shall be left de-energized.
- b) The CCR is then energized, with its output terminals connected to a resistive load external to the test chamber.
- c) Repeat the resistive loading test as detailed in 7.7.1.1, waiting 5 min before recording data for each current step.

- d) After this check, the CCR is allowed to warm up to ambient temperature.
- e) After having returned to ambient conditions, the CCR is visually inspected in detail, inside and outside for
  - any trace of blister, crack, deformation of any component or part of the enclosure;
  - compliance to 7.7.7.
- f) Any failure to meet the above shall be a cause for rejection.

### 7.8.2 High temperature

This test shall be carried out as follows.

- a) The CCR (or in the case where the CCR is mounted in several racks: all power and control components combined together as an assembly in identical enclosures as they will be installed in the field) shall be installed in a high temperature room in which the ambient temperature is stabilized at  $+50\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ . The CCR shall remain de-energized in the chamber for a period of 4 h.
- b) During the duration of the test, the nature of air movement in the test chamber shall ensure uniform temperature without cooling the CCR under test.
- c) The CCR is then energized, with its output terminals connected to a full load external to the test chamber for a period of 4 h.
- d) Repeat the resistive loading test as detailed in 7.7.1.1 before recording data for each current step.
- e) After this check, the CCR is allowed to cool down to ambient temperature.
- f) After having cooled down, the CCR is visually inspected in detail, inside and outside for
  - any component (part showing a trace of overheating);
  - any trace of blister, crack, deformation of any component or part of the enclosure;
  - any discoloration, fading or true change visible with the naked eye;
  - compliance with 7.7.7;
  - legibility of all markings, warnings, labels.
- g) Any failure to meet the above shall be a cause for rejection.

### 7.9 Optional accessories

All options shall be tested to verify compliance with the requirements of 5.7.

---

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	28
1 Domaine d'application .....	30
2 Références normatives .....	30
3 Termes et définitions .....	31
4 Classification .....	31
4.1 Courant de sortie .....	31
4.2 Echelons de courant .....	31
4.3 Caractéristiques .....	32
5 Exigences .....	32
5.1 Généralités .....	32
5.2 Exigences environnementales .....	32
5.3 Exigences de performance .....	32
5.3.1 Plage et tolérances du courant de sortie nominal .....	32
5.3.2 Régulation - charge résistive .....	33
5.3.3 Régulation - charge réactive .....	33
5.3.4 Rendement .....	33
5.3.5 Facteur de puissance .....	33
5.3.6 Tension d'entrée .....	33
5.3.7 Adaptation de charge .....	34
5.3.8 Fonctionnement .....	34
5.3.9 Système de commande/de surveillance .....	34
5.3.10 Limitation des surintensités transitoires de sortie .....	35
5.3.11 Réponse dynamique .....	35
5.3.12 Limite de la tension de sortie .....	36
5.3.13 Dispositifs de protection .....	36
5.4 Compatibilité électromagnétique (CEM) .....	36
5.4.1 Limites pour les émissions .....	36
5.4.2 Forme d'onde du courant de sortie .....	36
5.4.3 Limites d'immunité .....	37
5.5 Exigences relatives à la conception .....	37
5.5.1 Commande locale .....	37
5.5.2 Indication locale .....	37
5.5.3 Schéma de câblage .....	37
5.5.4 Conception mécanique .....	37
5.5.5 Conception électrique .....	38
5.5.6 Plaque signalétique .....	39
5.5.7 Notice d'emploi .....	39
5.6 Protection contre les chocs électriques .....	39
5.7 Accessoires optionnels .....	40
5.7.1 Détecteur de défaut de mise à la terre .....	40
5.7.2 Indicateur de charge .....	40
5.7.3 Indicateur de défaut de lampe .....	40
5.7.4 Parafoudres en sortie .....	41
5.7.5 Isolateur du circuit inducteur .....	41
5.7.6 Echelon de courant de non-éclairage .....	41
5.7.7 Indicateur hors plage .....	41

5.7.8	Ampèremètre de sortie.....	42
5.7.9	Protection contre les courts-circuits.....	42
5.7.10	Câblage en série.....	42
6	Exigences de qualification et d'essai.....	42
6.1	Essais de type.....	42
6.2	Essais individuels de série.....	42
7	Descriptions des essais individuels de série.....	43
7.1	Examen visuel.....	43
7.2	Protection contre les chocs électriques.....	44
7.2.1	Vérification de la protection procurée par les enveloppes.....	44
7.2.2	Vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite.....	44
7.3	Essai diélectrique.....	44
7.3.1	Rigidité diélectrique.....	44
7.3.2	Essai du niveau d'isolement pour transformateur de puissance (BIL: <i>Basic impulse Insulation Level</i> ).....	44
7.4	Essai de température d'enveloppe.....	45
7.5	Essai des dispositifs de protection.....	45
7.5.1	Essai à circuit ouvert.....	45
7.5.2	Essai de surintensité.....	46
7.6	Essai de fonctionnement.....	46
7.7	Essais de performance.....	47
7.7.1	Essai de régulation.....	47
7.7.2	Essai de rendement.....	48
7.7.3	Facteur de puissance.....	48
7.7.4	Limitation des surintensités transitoires de sortie.....	48
7.7.5	Réponse dynamique.....	49
7.7.6	Interruptions de l'alimentation et chutes de tension.....	49
7.7.7	Essai de fonctionnement mécanique.....	49
7.7.8	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	49
7.7.9	Parafoudres.....	50
7.8	Essais d'environnement.....	50
7.8.1	Basse température.....	50
7.8.2	Haute température.....	50
7.9	Accessoires optionnels.....	51
	Figure 1 – Plaque signalétique.....	39
	Figure 2 – Essai à circuit ouvert.....	45
	Tableau 1 – Préréglages normalisés du RCC relatifs à l'échelon du courant de sortie.....	33
	Tableau 2 – Fonctions de commande/de surveillance à distance du RCC.....	34
	Tableau 3 – Indicateur de défaut de lampe.....	41
	Tableau 4 – Essais de type et essais individuels de série.....	43
	Tableau 5 – Essai du niveau d'isolement (BIL).....	44
	Tableau 6 – Essai de charge résistive.....	47
	Tableau 7 – Essai de charge réactive.....	48

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES POUR L'ÉCLAIRAGE  
ET LE BALISAGE DES AÉRODROMES –  
RÉGULATEURS DE COURANT CONSTANT**

## 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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 61822 a été établie par le Comité d'étude 97: Installations électriques pour l'éclairage et le balisage des aérodromes.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2002. Elle constitue une révision technique.

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

- a) révision et mise à jour des termes et définitions;
- b) ajout de certains paragraphes tels que "Plage et tolérances du courant de sortie nominal";
- c) modification de certains paragraphes tels que ceux relatifs à la "Commande locale" et "Commande à distance" ;
- d) suppression de certains paragraphes notamment "Transformateur de puissance" et "Indication du courant de sortie".

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
97/135/FDIS	97/139/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 maintenance 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.

# INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES POUR L'ÉCLAIRAGE ET LE BALISAGE DES AÉRODROMES – RÉGULATEURS DE COURANT CONSTANT

## 1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale spécifie les exigences pour un Régulateur de Courant Constant (RCC) ayant une sortie nominale de 6,6 A pour une utilisation dans un circuit série à courant constant utilisé pour l'éclairage et le balisage aéronautique au sol. Cependant, les régulateurs de courant constant (RCC) peuvent être conçus avec une puissance assignée (kVA) et des échelons de courant différents de ceux spécifiés dans la présente norme afin d'être utilisés dans les circuits existants. Il convient que la présente norme soit appliquée le cas échéant pour ces RCC.

## 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 60038, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60439-1:1999, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

CEI 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

CEI/TS 61000-6-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les environnements de centrales électriques et de postes*

CEI 61024-1, *Protection des structures contre la foudre – Partie 1: Principes généraux*

CEI 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61439-1:2009, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 62305-1, *Protection contre la foudre – Partie 1: Principes généraux*

CEI 62305-3, *Protection contre la foudre – Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains*

CISPR 11, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 22, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants développés pour être inclus dans les normes internationales en relation avec les aides visuelles pour aéroports/aérodromes s'appliquent

#### 3.1

##### **circuit série à courant constant utilisé pour l'éclairage et le balisage aéronautique au sol (AGL: *Aeronautical Ground Lighting*)**

appareil configuré comme un circuit électrique conçu pour produire et fonctionner avec un courant constant, indépendant des variations de la charge, afin de fournir une lumière spécifiée pour des besoins aéronautiques

#### 3.2

##### **régulateur de courant constant (RCC)**

appareil qui produit un courant de sortie de valeur efficace constante indépendamment des variations de la charge du circuit série à courant constant, de la tension d'entrée et des conditions de service comme spécifié

#### 3.3

##### **circuit ouvert**

circuit série à courant constant de balisage aéronautique au sol avec une interruption imprévue à n'importe quel endroit de la ligne du courant primaire qui produit une tension dangereuse élevée entre les sections du circuit interrompu

#### 3.4

##### **ventilation forcée**

système de refroidissement dans lequel l'air est déplacé par une alimentation externe

#### 3.5

##### **sous tension**

électriquement connecté à une source d'électricité ou ayant acquis un potentiel électrique par tout autre moyen

### 4 Classification

#### 4.1 Courant de sortie

Le régulateur de courant constant doit produire un courant efficace assigné de sortie compris entre 6,6 A maximum et 1,8 A minimum.

#### 4.2 Echelons de courant

Les CCR doivent être classés selon le nombre d'échelons de courant de sortie disponibles, comme suit:

- modèle 1: 3 échelons de courant;
- modèle 2: 5 échelons de courant.

Chaque échelon doit avoir un unique réglage sur l'ensemble du domaine spécifié en 4.1.

NOTE A titre d'option, un ou des échelon(s) additionnel(s) de faible courant à des fins de non-éclairage peut (vent) être proposé(s) (voir 5.7.6). Chaque modèle de RCC peut être configuré pour fonctionner avec un nombre réduit d'échelons de courant.

### 4.3 Caractéristiques

Les RCC doivent être fabriqués selon les puissances assignées de sortie suivantes:

1 kVA; 2,5 kVA; 5 kVA; 7,5 kVA; 10 kVA; 15 kVA; 20 kVA; 25 kVA; et 30 kVA.

NOTE 1 Il peut y avoir des situations où il est requis une plus grande puissance assignée que celle spécifiée dans la présente Norme Internationale pour répondre aux exigences du circuit existant. Dans ce cas, il convient que le RCC réponde aux exigences de performance, de qualification et de sécurité applicables contenues dans la présente Norme Internationale.

La tension d'entrée nominale du RCC (voir 5.3.6) doit être une valeur monophasée ou multiphasée selon la CEI 60038.

La fréquence d'exploitation doit être de 50 Hz  $\pm$  7,5 % ou 60 Hz  $\pm$  7,5 %.

NOTE 2 Le RCC peut être conçu pour fonctionner à partir d'une source d'alimentation à courant continu.

## 5 Exigences

### 5.1 Généralités

Les exigences suivantes sont regroupées en six catégories: environnementale, de performance, de compatibilité électromagnétique CEM, de conception, de protection contre les chocs électriques et accessoires optionnels.

### 5.2 Exigences environnementales

L'appareil doit être conçu pour un fonctionnement à l'intérieur continu sans déclassement dans les conditions suivantes:

- gamme de température allant de 0 °C à +50 °C;
- humidité relative allant de 10 % à 95 % sans rosée;
- altitude allant du niveau de la mer jusqu'à 1 000 m;
- compatibilité électromagnétique – selon la CEI 61000-6-2.

### 5.3 Exigences de performance

#### 5.3.1 Plage et tolérances du courant de sortie nominal

La plage du courant de sortie nominal est:

- Modèle 1: 4,8 A à 6,6 A ;
- Modèle 2: 2,8 A à 6,6 A.

Le Tableau 1 donne les préréglages normalisés du RCC. Ces réglages peuvent être modifiés selon les exigences d'un aéroport.

**Tableau 1 – Préréglages normalisés du RCC relatifs à l'échelon du courant de sortie**

Modèle	Echelon de courant	Courant de sortie nominal A (valeur efficace)
1	3	6,60
	2	5,50
	1	4,80
2	5	6,60
	4	5,20
	3	4,10
	2	3,40
	1	2,80

Tolérance de  $\pm 0,1$  A pour chaque réglage d'échelon de courant dans la plage du courant de sortie nominal.

### 5.3.2 Régulation - charge résistive

En alimentant toute charge résistive entre l'état à vide (court-circuit) et à pleine charge, le RCC doit fournir un courant de sortie dans la tolérance spécifiée pour chaque réglage d'échelon de courant dans la plage du courant de sortie nominal.

Les RCC doivent fournir une variation sur toute la gamme des conditions environnementales spécifiées en 5.2 et dans la gamme de tension d'entrée allant de 90 % à 110 %.

### 5.3.3 Régulation - charge réactive

Le RCC doit maintenir le courant dans la tolérance spécifiée pour chaque réglage d'échelon de courant dans la plage du courant de sortie nominal lorsque la charge a un facteur de puissance inductif de 0,60.

### 5.3.4 Rendement

Pour tous les échelons de courant, le rendement moyen du RCC ne doit pas être inférieur à 80 %, lorsqu'il fonctionne sous tension d'entrée assignée à pleine charge résistive nominale.

### 5.3.5 Facteur de puissance

Le facteur de puissance du RCC ne doit pas être inférieur à 0,90 lorsqu'il fonctionne sous tension d'entrée assignée à pleine charge résistive nominale.

### 5.3.6 Tension d'entrée

La tension d'entrée doit être comme indiquée en 4.3. Le RCC doit fonctionner comme exigé en 5.3.1 lorsque la tension d'entrée est située n'importe où entre 90 % et 110 % de l'entrée nominale.

Le RCC doit être conçu pour résister à une augmentation momentanée de la tension allant jusqu'à 120 % et à des chutes de tension momentanées allant jusqu'à 80 % de la tension d'entrée nominale sans être mis hors tension ni endommagé par de telles tensions. Le RCC doit supporter de telles variations de tension pendant 50 ms dans l'intervalle de 1 min. Le RCC doit automatiquement retourner en fonctionnement normal (Tableau 1) lorsque la tension d'entrée revient à 90 % et 110 % de la valeur nominale.

### 5.3.7 Adaptation de charge

Les RCC doivent correspondre aux charges connectées de 50 % à 100 % de la charge assignée.

Pour les charges résistives dans la gamme allant de 50 % à 100 % de la charge assignée, à la tension d'entrée assignée et avec un courant de sortie de 100 %, le rendement et le facteur de puissance ne doivent pas être inférieurs aux valeurs spécifiées en 5.3.4 et 5.3.5. Une charge additionnelle de sortie de prises peut être fournie pour permettre, si nécessaire, un réglage plus précis ou une adaptation de charge plus faible.

### 5.3.8 Fonctionnement

Le RCC doit stabiliser le courant de sortie pour tout échelon de courant choisi dans les 500 ms, et doit maintenir le courant de sortie stable dans la tolérance spécifiée de la valeur nominale du courant de sortie. Il ne doit pas y avoir d'interruption du courant de sortie vers le circuit série lors du passage d'un échelon de courant à un autre.

### 5.3.9 Système de commande/de surveillance

#### 5.3.9.1 Fonctions

Le RCC doit pouvoir être contrôlé localement et à distance. Des informations sur l'échelon de courant choisi et sur l'état de l'emplacement local ou à distance, doivent être fournies au RCC, indépendamment du fait que celui-ci soit à commande locale ou à distance.

Le système de commande locale doit faire partie intégrante du RCC et ne doit pas être alimenté par une source située en dehors de l'ensemble RCC. Le RCC doit pouvoir être contrôlé à distance pour chaque niveau de courant par câblage parallèle ou par interface série. La conception de l'interface de commande à distance doit fournir au minimum, les entrées et les sorties décrites dans le Tableau 2 suivant:

**Tableau 2 – Fonctions de commande/de surveillance à distance du RCC**

Commande à distance			Surveillance à distance			
	Norme	Option	Norme		Option	
a	sélection marche/arrêt		a	RCC marche		
			b	Local/à distance		
b	Choix de l'échelon de courant		c	Echelon 1 choisi	c1	Echelon 1 obtenu
			d	Echelon 2 choisi	d1	Echelon 2 obtenu
			e	Echelon 3 choisi	e1	Echelon 3 obtenu
			f	Echelon 4 choisi	f1	Echelon 4 obtenu
			g	Echelon 5 choisi	g1	Echelon 5 obtenu
					h	RCC hors plage
			I	Déclencheur de circuit ouvert		
			J	Déclencheur de surintensité		
c		Echelon de non-éclairage du RCC			k	Echelon de non-éclairage du RCC
d		Commutateur de circuit			l	Circuit sélecteur de défaut
					m	Avertisseur de défaut de lampe
					n	Alarme de défaut de

Commande à distance			Surveillance à distance		
	Norme	Option		Norme	Option
					lampe
					o Avertisseur de défaut de mise à la terre
					p Alarme de défaut de mise à la terre

NOTE Pour la section de surveillance, si (c1) à (g1) sont réalisés, (c) à (g) peuvent être omis

### 5.3.9.2 Interfaces de commande

La tension de source normalisée pour contrôler et surveiller le RCC doit être de +24 V c.c., +48 V c.c, ou +60 V c.c nominale, avec le pôle négatif en commun. L'alimentation de la commande à distance doit être fournie soit à partir d'une source externe, soit à partir d'une source interne au RCC. Si la source est interne, il doit y avoir une alimentation spéciale uniquement pour la commande à distance.

Des relais ou autres dispositifs d'isolement doivent être fournis pour enclencher et régler les échelons de courant du RCC.

La surveillance de la sortie des données du RCC doit être réalisée par des contacts de relais ou autre dispositif d'isolement réglé au minimum à 60 V c.c et 50 mA. Lorsqu'un pôle commun est utilisé, il doit être négatif.

Des borniers ou des connecteurs ayant une tension assignée minimale de 300 V doivent être installés dans l'armoire de commande pour la connexion des câblages externes associés à la surveillance et à la commande à distance. Des borniers ou des connecteurs doivent convenir à un câble de 0,250 mm<sup>2</sup> à 2,500 mm<sup>2</sup> avec un régime d'isolation minimal de 300 V. L'espace pour des positions de rechange doit être prévu pour recevoir des appareils optionnels.

### 5.3.9.3 Bornes de surveillance

Une borne pour chacune des fonctions apparaissant en 5.3.9.1 doit être fournie.

### 5.3.10 Limitation des surintensités transitoires de sortie

Le RCC doit être conçu avec une caractéristique contrôlée, de sorte qu'en allumant et en éteignant le RCC, en changeant les échelons de courant ou en court-circuitant la charge, cela ne doit pas endommager le RCC, ni déclencher un dispositif de protection, ni produire de surintensités du courant de sortie (transitoires) qui endommageraient les équipements de circuit série. Des changements d'intensité, provoqués par des commutations d'échelons de courant en commande locale ou à distance doivent se produire sans dépassement excédant 6,7 A efficace.

### 5.3.11 Réponse dynamique

Pour des variations soudaines de charge dépassant 10 % de la charge, la durée de surintensité possible doit être limitée à la moitié d'un cycle. Si le courant de crête atteint deux fois le courant de crête maximum en fonctionnement normal (c'est-à-dire, le courant de crête de court-circuit à courant maximum et à tension d'entrée maximale) ou si le courant atteint 125 % de la valeur efficace maximale, alors le courant doit être limité à 2,0 A efficace après la demi-onde sinusoïdale en cours. La suppression doit rester pendant un à quatre cycles, puis les limites de courant du Tableau 1 doivent être atteintes en 500 ms ou moins.

### 5.3.12 Limite de la tension de sortie

Avec la désactivation de la protection du circuit ouvert, la tension de crête de sortie d'un RCC à circuit ouvert ne doit pas dépasser le double des kVA de sortie assignée, en valeur efficace, divisée par le courant de sortie efficace assigné.

### 5.3.13 Dispositifs de protection

#### 5.3.13.1 Protection du circuit ouvert

Le RCC doit comporter un dispositif de protection à circuit ouvert pour mettre hors tension la sortie du RCC en 1 s à l'issue d'une condition de circuit ouvert intervenue dans le circuit série primaire. Le dispositif de protection doit être réinitialisé manuellement à partir de la position locale uniquement. Le RCC ne doit pas se déclencher en raison de la commutation des circuits de charges ou d'autres phénomènes transitoires.

#### 5.3.13.2 Protection contre les surintensités

Le RCC doit comporter un dispositif de protection de surintensité pour mettre hors tension la sortie du RCC entre 3 s et 5 s lorsque le courant de sortie est supérieure à 6,75 A en valeur efficace. Le RCC doit mettre hors tension la sortie en 300 ms lorsque le courant de sortie dépasse 8,30 A en valeur efficace. Le dispositif de protection doit être réinitialisé manuellement à partir de la position locale uniquement.

#### 5.3.13.3 Connexion au primaire

Le RCC doit avoir un dispositif d'isolement électromécanique qui interrompt la puissance d'entrée avant qu'elle n'atteigne le transformateur de puissance principal et ne doit pas interrompre la puissance de commande interne.

#### 5.3.13.4 Perte de puissance d'entrée

Dans le cas d'une perte de puissance en entrée pendant 1 min maximum, le RCC doit retourner en fonctionnement sur le réglage du courant choisi dans les 500 ms après le rétablissement de la puissance d'entrée.

NOTE Pour une période de perte de puissance supérieure à 1 min, il n'est pas nécessaire de satisfaire le temps d'exécution de 500 ms.

#### 5.3.13.5 Connexion au circuit de série de sortie

Lorsque le RCC est utilisé avec un sélecteur de circuit, le RCC ne doit pas se verrouiller ou produire d'ondes de choc qui seraient susceptibles d'affecter les circuits séries connectés.

Les moyens pour assurer le verrouillage du RCC et le commutateur de circuit doivent être fournis. Une rupture dans le commutateur de circuit doit forcer à zéro le courant de sortie du RCC pendant que le commutateur de circuit est en fonctionnement.

## 5.4 Compatibilité électromagnétique (CEM)

### 5.4.1 Limites pour les émissions

Les RCC doivent être conformes à la CEI 61000-6-4, la norme générique sur l'émission CEM pour les environnements industriels. Les limites d'émissions rayonnées doivent être conformes à la CISPR 11, classe B.

### 5.4.2 Forme d'onde du courant de sortie

Le RCC doit fournir une forme d'onde du courant de sortie avec un facteur de crête inférieur à 3,2 à tous les échelons de courant à la tension d'entrée nominale et avec 10 % de charge résistive.

### 5.4.3 Limites d'immunité

Les RCC doivent être conformes aux normes génériques d'immunité pour les environnements industriels CEI 61000-6-2, complétées par les parties applicables de la CEI/TS 61000-6-5 contenant les exigences d'immunité en matière de compatibilité électromagnétique pour les environnements de centrales électriques et de postes (emplacement où les appareils pour les services publics d'électricité sont installés). Les RCC doivent être conformes aux exigences pour les appareils installés dans des emplacements de type G (centrales électriques et postes moyenne tension) comme défini dans la CEI/TS 61000-6-5.

## 5.5 Exigences relatives à la conception

### 5.5.1 Commande locale

Le RCC doit pouvoir être commandé localement afin de réaliser les fonctions suivantes:

- marche/arrêt;
- commande local/à distance;
- échelons de courant.

### 5.5.2 Indication locale

Le RCC doit fournir sur le devant de l'élément une indication sur les points suivants:

- un déclenchement du circuit ouvert s'est produit;
- une surintensité s'est produite;
- présence de la tension d'entrée;
- le RCC est réglé pour être commandé localement ou à distance;
- l'échelon du courant choisi;
- présence du courant de sortie (s'il n'y a pas d'ampèremètre installé selon 5.7.8).

### 5.5.3 Schéma de câblage

Un schéma de câblage montrant tous les points de connexion client doit être en permanence lisible, et placé dans un endroit visible dans le RCC.

### 5.5.4 Conception mécanique

Le RCC ne doit être construit qu'avec des matériaux capables de supporter les contraintes mécaniques, électriques et thermiques, ainsi que les effets de l'humidité qui sont susceptibles d'être rencontrés en service normal.

La protection contre la corrosion doit être assurée par l'utilisation de matériaux appropriés ou par l'application de couches de protection équivalentes sur la surface exposée, en tenant compte des conditions prévues d'utilisation et d'entretien.

Toutes les enveloppes et les cloisons doivent être d'une résistance mécanique suffisante pour résister aux contraintes auxquelles elles peuvent être soumises, dans les conditions normales de service.

L'armoire du RCC doit être conçue pour faciliter les mouvements d'installation de l'élément (par exemple des roues, des anneaux de levage, etc).

Si un RCC est conçu comme un système réparti où des parties du RCC ne sont pas dans le même boîtier, le câblage utilisé pour l'interconnexion entre les parties séparées doit être défini par le constructeur.

Les appareils et les circuits dans le RCC doivent être disposés de manière à faciliter leur fonctionnement et leur maintenance, et en même temps à assurer le degré nécessaire de sécurité.

Le RCC doit être conçu et disposé de telle sorte que certaines opérations, soumises à un accord entre le fabricant et l'utilisateur, puissent être réalisées quand le RCC est raccordé au réseau.

De telles opérations peuvent être:

- a) l'examen visuel
  - des appareils de connexion et autres appareils,
  - des réglages et indicateurs;
  - des marquages et raccordements du conducteur;
- b) le réglage et le réarmement des relais, déclencheurs et dispositifs électroniques;
- c) certaines opérations visant à localiser les défauts.

Des mesures nécessaires doivent être prises pour rendre la maintenance du RCC possible, alors que des unités ou groupes fonctionnels adjacents sont maintenus sous tension. De telles mesures peuvent comprendre:

- un espace suffisant entre les sous-ensembles;
- l'utilisation de sous-sections protégées de barrières pour chacun des sous-ensembles;
- l'utilisation de compartiment pour chacun des sous-ensembles;
- l'insertion de moyens de protection supplémentaires fournis ou spécifiés par le fabricant.

### **5.5.5 Conception électrique**

Tous les composants utilisés dans la conception du RCC doivent être adaptés à leur fonction et ne doivent pas fonctionner au-delà de 80 % des taux recommandés par le fabricant de composant. Dans le but d'optimiser la fiabilité, il est recommandé de n'utiliser aucune ventilation forcée. Si une ventilation forcée est utilisée, elle doit être surveillée à l'aide d'une alarme signalant les défaillances. En cas de défaillance de l'élément de refroidissement ou chauffant, le RCC doit continuer à fonctionner normalement pendant une période de temps spécifiée par le fabricant.

Tous les câblages et les petits fils doivent être placés de manière sécurisée dans les utilisations systématiques et codés lors de la finition. L'extrémité du câble de puissance doit être équipée de cosses ou d'anneaux et des bornes doivent être codées de manière claire et appropriée. L'identification de câblage doit être conforme aux indicateurs sur les schémas et dessins de câblage. Des traversées, des presse-étoupes ou des passe-fils doivent protéger les câbles et les fils passant à travers l'ouvrage métallique.

Le conducteur de mise à la terre de protection doit être facilement identifiable par deux marquages colorés vert et jaune. Lorsque le conducteur de protection est un câble monoconducteur isolé, cette identification par la couleur doit être utilisée de préférence sur toute la longueur du conducteur.

Les conducteurs isolés doivent être spécifiés pour au moins la tension maximale du circuit concerné.

Les câbles situés entre deux dispositifs de connexion ne doivent pas avoir de raccordements intermédiaires ni de soudures. Les connexions doivent se faire sur des bornes fixes. Le raccordement de deux conducteurs ou plus à une borne de raccordement est autorisé uniquement dans les cas où les bornes sont conçues à cet effet.

### 5.5.6 Plaque signalétique

Une plaque signalétique, lisible en permanence, contenant les informations ci-dessous (Figure 1), doit être solidement fixée à un endroit visible à l'extérieur de l'enveloppe du RCC. Si la plaque signalétique est fixée sur une surface facilement amovible, telle qu'un couvercle, le numéro de série doit être dupliqué dans un endroit visible en permanence ailleurs sur le RCC.

Régulateurs de courant constant	
Nom du fabricant et référence de pièce	_____
Nombre d'échelons de courant:	___
Entrée:	V      Hz
Tension de commande à distance:	_____ V continu ou couche physique de série:
Sortie:	kVA à 6,6 A. Tension de sortie maximale: ___ V
Numéro de série:	_
Année de fabrication:	_____

IEC 1609/02

**Figure 1 – Plaque signalétique**

### 5.5.7 Notice d'emploi

Le constructeur doit spécifier, dans ses manuels d'instruction, les conditions d'installation, de fonctionnement et de maintenance du RCC, ainsi que le matériel contenu dans le présent document.

Les instructions relatives au transport, à l'installation et au fonctionnement du RCC doivent indiquer les mesures qui sont particulièrement importantes pour que l'installation, la mise en route et le fonctionnement du RCC se passent de manière correcte et appropriée.

Le manuel d'instruction doit inclure les indications suivantes:

- la théorie de fonctionnement;
- les schémas de câblage et de commande;
- le fonctionnement général;
- les instructions d'installation;
- la maintenance préventive;
- la liste des pièces détachées;
- la recherche des défauts;
- les informations de révision, y compris un micrologiciel (si c'est applicable);
- les options.

## 5.6 Protection contre les chocs électriques

Les RCC doivent être équipés d'une protection contre les chocs électriques conformément aux règles fondamentales énoncées dans la CEI 61140.

Pour les dispositions relatives à la liaison équipotentielle et le raccordement des conducteurs de protection, se référer à la CEI 61439-1.

Le degré de protection fourni par l'armoire, contenant un ensemble RCC, contre les contacts avec des parties actives ou contre la pénétration de corps étrangers solides et liquides doit être indiqué par la désignation IP, conformément à la CEI 60529.

Pour des ensembles RCC destinés à fonctionner à l'intérieur n'ayant pas d'exigences particulières relatives à la protection contre la pénétration d'eau, le degré de protection doit être au moins de IP2X après installation conformément aux instructions du fabricant.

Pour des ensembles RCC destinés à fonctionner à l'extérieur n'ayant pas de protection supplémentaire, le second chiffre caractéristique doit être au moins égal à 3.

Les appareils haute tension (tension supérieure ou égale à 1 000 V), y compris les transformateurs de puissance, doivent être isolés des appareils basse tension, soit par construction quand ils sont dans le même assemblage, soit par inclusion lorsqu'ils sont dans un ensemble d'appareillages séparé.

Les plaques d'accès interne doivent être équipées de l'étiquette de mise en garde CEI appropriée.

## **5.7 Accessoires optionnels**

### **5.7.1 Détecteur de défaut de mise à la terre**

Un détecteur de défaut de mise à la terre peut être intégré dans le RCC pour la surveillance de son propre circuit de sortie et doit être conçu d'une des manières suivantes:

- Lorsque le RCC est dans une phase de luminosité, il doit être conçu pour appliquer une tension continue de 500 V maximum sur le circuit série de sortie par rapport au potentiel de terre ou de masse.
- Lorsque le RCC est déconnecté, il doit être conçu pour appliquer une tension continue de 1 000 V maximum sur le circuit série de sortie par rapport au potentiel de terre ou de masse.

Le détecteur de défaut de mise à la terre doit être en mesure de détecter une résistance d'isolement avec une plage minimale de 10 k $\Omega$  à 50 M $\Omega$ .

La lecture de la résistance d'isolement doit être indépendante du réglage de l'échelon de courant et de l'emplacement du défaut. Le défaut doit être mesuré en permanence dès que l'interrupteur local est sur la position «commande à distance» ou sur un réglage d'échelon de courant. S'il est mis en fonctionnement à des tensions dépassant 70 V en courant continu, lorsque la commande locale du RCC est éteinte, ce dispositif de commande doit être automatiquement mis hors tension.

Deux seuils au moins (avertissement et alarme) déterminés en relation avec les prescriptions opérationnelles locales de l'aéroport, doivent être proposés avec des informations disponibles localement et à distance.

### **5.7.2 Indicateur de charge**

Un indicateur de charge peut être installé dans le RCC afin d'indiquer la quantité de charge sur le RCC.

### **5.7.3 Indicateur de défaut de lampe**

Un indicateur de défaut de lampe peut être installé dans le RCC afin de détecter un nombre prédéterminé de claquage de lampe dans le circuit série.

**Tableau 3 – Indicateur de défaut de lampe**

Taux de lampes claquées en % sur le total des lampes installées	Précision requise sur l'indicateur de défaillance de lampe en % sur le total des lampes installées
≤ 10 %	1 %
>10 % à ≤30 %	2 %

La détection doit fonctionner au moins, aux deux échelons du haut des deux types de RCC et pour toutes les charges comprises entre 25 % et 100 % de la charge nominale.

Les tolérances sont valables pour les conditions de base:

- tous les transformateurs de lampe de même type ;
- toutes les charges de même puissance ;
- toutes les charges de charge de lampe ;
- le défaut produit par un filament cassé.

Au moins deux seuils (avertissement et alarme) pour le nombre de lampes hors service doivent être disponibles. Ces seuils doivent être réglables à partir du double de la précision réelle. L'indication visuelle locale doit être fournie, ainsi que l'indication à distance quand un avertissement ou une alarme indiquant le claquage d'une lampe s'est déclenché(e).

#### 5.7.4 Parafoudres en sortie

Le RCC peut être équipé d'un dispositif de protection contre les surtensions (DPS).

Lorsque le RCC est équipé d'un DPS, ce dernier doit répondre aux exigences relatives à la protection contre la foudre indiquées dans les CEI 62305-1 et CEI 62305-3.

Lorsque le RCC est équipé d'un DPS, ce dernier de taille nécessaire pour protéger le RCC doit être installé sur les bornes de sortie du RCC. La masse du DPS doit être reliée à la borne de terre de l'enveloppe ou à tout autre emplacement de terre adapté. Le dispositif de protection contre les surtensions (DPS) doit avoir la capacité de résister à une impulsion sur le circuit de sortie composée d'une surintensité transitoire de 10 µs par 20 µs, de 15 000 A avec un courant de suite à venir et d'une surtension de 10 000 V/µs minimum sans endommager le RCC.

#### 5.7.5 Isolateur du circuit inducteur

Le RCC peut contenir un dispositif d'isolement intégré permettant l'isolation des câbles du champ sortant pour les besoins de déconnexion de charge, d'essai de résistance d'isolement du câble, et de capacité de recherche de masse. Lors du fonctionnement, le dispositif doit mettre en court-circuit les bornes de sortie du RCC et fournir un accès pour la connexion d'appareil aux deux bornes situées côté charge. Des moyens doivent exister pour mettre à la terre le circuit série primaire.

#### 5.7.6 Echelon de courant de non-éclairage

Un échelon de courant de non-éclairage peut être proposé pour permettre l'utilisation de dispositifs accessoires sur le circuit série. La valeur minimale du courant nominal doit être de 1,8 A efficace. La précision de cette option doit être de ± 0,1 A.

#### 5.7.7 Indicateur hors plage

Le RCC peut comporter un indicateur hors plage pour le circuit série. Cet indicateur doit être installé sur le panneau avant du RCC qui affiche un avertissement lorsque le courant mesuré pour l'échelon de courant choisi, n'est pas dans les limites spécifiées.

### 5.7.8 Ampèremètre de sortie

Un ampèremètre donnant la valeur efficace du courant de sortie, peut être installé sur le panneau avant du RCC. La précision doit être supérieure ou égale à  $\pm 1$  % de la pleine échelle (c'est-à-dire 6,6 A).

### 5.7.9 Protection contre les courts-circuits

Le RCC peut avoir un dispositif de protection contre les courts-circuits au primaire du transformateur de puissance adapté au niveau du courant de défaut.

### 5.7.10 Câblage en série

Toutes les commandes et les fonctions de sortie peuvent être utilisables de façon facultative en utilisant une interface série. Seules les fonctions de sortie peuvent être disponibles de façon facultative par l'intermédiaire d'une interface série.

## 6 Exigences de qualification et d'essai

### 6.1 Essais de type

Les essais de type indiqués dans le Tableau 4 ont pour but de s'assurer que la conception du RCC est en mesure de satisfaire à la présente norme. Tout rapport de certification doit mentionner la conformité à la présente norme et à toute autre norme applicable.

Chaque type de conception de RCC doit être soumis aux essais avec la plus grande puissance assignée pour chaque taille d'enveloppe. Tous les essais doivent être réalisés avec tous les accessoires optionnels proposés par le fabricant, qui sont définis en 5.7.

La température ambiante doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai par le biais d'au moins deux thermomètres ou thermocouples répartis également autour de l'ensemble RCC. La température ambiante doit être comprise entre  $+10$  °C et  $+40$  °C.

Dans le cas où le RCC est composé de plusieurs sous-ensembles, l'essai de type doit être mené sur un ensemble complet contenant des sous-ensembles câblés conformément au manuel d'instruction du fabricant. Les résultats d'essai pour le RCC et pour chaque sous-ensemble doivent être enregistrés.

### 6.2 Essais individuels de série

Les essais suivants, indiqués dans le Tableau 4, doivent être effectués à l'usine sur chaque ensemble de RCC quand il est assemblé conformément à un type préalablement accepté ou par le biais de l'utilisation exclusive de parties et accessoires spécifiés ou fournis par le constructeur dans ce but et déjà approuvé.

Les essais individuels de série minima suivants doivent être entrepris pour une température ambiante comprise entre  $+10$  °C à  $+40$  °C. En outre, le RCC doit être vérifié pour la conformité avec les exigences particulières de l'ordre d'achat et/ou du contrat d'achat. Cette vérification doit au moins comporter, mais sans s'y limiter, les contrôles spécifiques, la signalisation et/ou le marquage.

Les résultats de ces essais individuels de série doivent être notés dans le protocole d'essai. Une copie de ces résultats doit être incluse avec chaque RCC.

NOTE La réalisation des essais individuels de série en usine ne retire pas à l'installateur du RCC la responsabilité de les vérifier après transport et installation.

**Tableau 4 – Essais de type et essais individuels de série**

Essai	Essai de type	Essai individuel de série	Référence
Examen visuel	X	X	7.1
Sécurité	X	X	7.2
Fréquence industrielle	X		7.3.1
Température d'enveloppe	X		7.4
Circuit ouvert	X	X	7.5.1
Surintensité	X	X	7.5.2
Fonctionnement	X	X	7.6
Régulation (charge résistive)	X	X	7.7.1.1
Régulation (charge réactive)	X		7.7.1.2
Rendement	X		7.7.2
Facteur de puissance	X		7.7.3
Surintensité transitoires de sortie	X		7.7.4
Réponse dynamique	X		7.7.5
Coupures de l'alimentation	X		7.7.6
Forme d'onde de sortie	X		5.4.2
Fonctionnement mécanique	X	X	7.7.7
Compatibilité électromagnétique (CEM)	X		7.7.8
Tension de tenue au choc (BIL: <i>Basic impulse Insulation Level</i> )	X		7.3.2
Parafoudres	X		7.7.9
Basse température	X		7.8.1
Haute température	X		7.8.2

## 7 Descriptions des essais individuels de série

Pour les paramètres à mesurer, un appareil de mesure étalonné donnant la valeur efficace avec une classe de précision d'au moins deux fois la précision spécifiée doit être utilisé. Les étalonnages doivent pouvoir être retrouvés. Lorsqu'une variation émanant d'une description d'essai définie ci-après est applicable dans les essais de production de requalification ou essais individuels de série correspondants, la variation est explicitement enregistrée.

### 7.1 Examen visuel

Le matériel doit faire l'objet d'un examen visuel pour la conformité avec:

- les fiches techniques du fabricant,
- les dessins du fabricant;
- le manuel d'utilisation du fabricant;
- la présente norme concernant la position et le contenu de la plaque signalétique;
- la présence des avertissements relatifs à la sécurité;
- la présence et la taille des bornes d'alimentation, de terre et de commande;
- la présence d'équipements spécifiés dans la présente Norme Internationale (roulettes pivotantes, anneaux de levage, etc.).

## 7.2 Protection contre les chocs électriques

### 7.2.1 Vérification de la protection procurée par les enveloppes

Le degré de protection fourni par les enveloppes doit être vérifié conformément aux procédures spécifiées dans la norme CEI 60529.

### 7.2.2 Vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite

Il doit être vérifié que les distances d'isolement et les lignes de fuite conformes aux valeurs sont compatibles avec les tensions assignées d'isolement. Les Tableaux 1 et 2 figurant dans la CEI 61439-1 contiennent des valeurs minimales pour les distances d'isolement et des lignes de fuite pour les circuits basse tension. Si nécessaire, les distances d'isolement et les lignes de fuite doivent être vérifiées par des mesures, en prenant en compte l'éventuelle déformation des parties de l'enveloppe ou des écrans internes, y compris les changements possibles dans le cas d'un court-circuit.

NOTE La tension assignée d'isolement est une valeur de tension à laquelle on se réfère pour les essais diélectriques et pour les lignes de fuite. Il est admis que la tension assignée d'emploi maximale de tout circuit RCC ne dépassera pas, même temporairement, 110 % de sa tension assignée d'isolement.

## 7.3 Essai diélectrique

### 7.3.1 Rigidité diélectrique

La rigidité diélectrique doit être vérifiée de la façon suivante:

- entre les bornes de sortie et la terre, conformément à 10.9.2 de la CEI 61439-1, la tension d'essai étant égale à deux fois la tension assignée d'isolement plus 2 500 V efficace, avec la tension assignée d'isolement égale à 1,1 fois la tension d'emploi maximale (lorsque le RCC fonctionne à courant de sortie maximal assigné). Au cours de cet essai, les bornes de commande et les circuits à basse tension doivent avoir une liaison à la terre;
- bornes d'entrée basse tension et la terre conformes à 10.9.2 de la CEI 61439-1 (les bornes de sortie et de commande reliées à la terre).

### 7.3.2 Essai du niveau d'isolement pour transformateur de puissance (BIL: *Basic impulse Insulation Level*)

Les essais du niveau d'isolement du transformateur de puissance du RCC doivent être réalisés à la fois sur l'enroulement du primaire et du secondaire. Les bornes de chaque enroulement doivent être connectées ensemble au générateur haute impulsion. Toutes les autres bornes et le noyau doivent être mis à la terre. L'essai doit être réalisé avec une forme d'onde ayant un temps de montée de  $1,2 \mu\text{s} \times 50 \mu\text{s}$  de temps de descente pour des niveaux de crête nominaux indiqués ci-dessous (Tableau 5) avec une polarité négative. Une onde réduite, deux découpées et une onde de choc totale doivent être appliquées.

**Tableau 5 – Essai du niveau d'isolement (BIL)**

Taille du transformateur	Niveau basique d'isolement au primaire			Niveau basique d'isolement au secondaire		
	Onde réduite kV crête	onde découpée kV crête	Onde totale kV crête	Onde réduite kV crête	Onde découpée kV crête	Onde totale kV crête
En dessous de 10 kVA	7	10	10	7	10	10
10 kVA et 15 kVA	7	10	10	12	20	20
20 kVA, 25 kVA et 30 kVA	7	10	10	18	30	30

## 7.4 Essai de température d'enveloppe

Le RCC doit être installé et câblé conformément au manuel d'instruction du fabricant. Les distances d'isolement autour du RCC doivent être au minimum spécifiées par le manuel d'instruction.

L'essai de température d'enveloppe doit être réalisé comme suit.

- Brancher le RCC à une source d'alimentation nominale et à une charge résistive nominale.
- Régler le RCC pour avoir un courant de sortie nominal jusqu'à la stabilisation de la température (pas de variation supérieure à 1 °C pendant 1 h). Enregistrer la température du point le plus chaud sur l'enveloppe. Vérifier que la température sur l'enveloppe ne dépasse pas la température ambiante de 15 °C. Enregistrer la température.

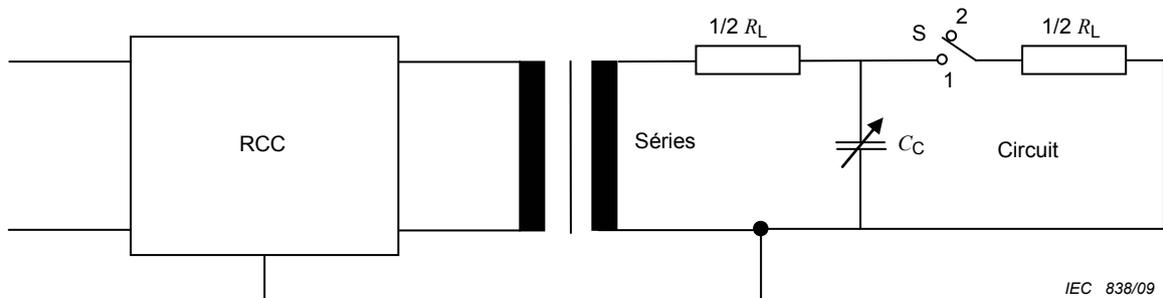
## 7.5 Essai des dispositifs de protection

### 7.5.1 Essai à circuit ouvert

Un essai à circuit ouvert doit être réalisé comme suit (voir 5.3.13.1).

Il convient que la tension maximale efficace du circuit ouvert avant le fonctionnement du circuit de protection ne dépasse pas deux fois la valeur efficace de la tension nominale de sortie (valeur efficace assignée de sortie en kVA divisée par le courant efficace de sortie).

- Forcer ou régler le courant de sortie du RCC entre 1,30 A et 1,50 A ( $I_0$ ). Vérifier que la puissance au niveau du transformateur de sortie est à l'arrêt dans la seconde.
- Mettre le RCC hors tension. Retirer le circuit de charge de la sortie du RCC.
- Mettre le RCC sous tension dans l'échelon de courant le plus élevé. Vérifier que la puissance au niveau du transformateur de sortie est à l'arrêt dans la seconde et enregistrer la tension de sortie maximale.
- Essai pour bouchon charge.



IEC 838/09

- $R_L$  résistance de charge
- $C_C$  simulation de la capacité du câble
- S commutateur pour la simulation d'un interrupteur de circuit

**Figure 2 – Essai à circuit ouvert**

#### 1) Préparation

- Taille de  $R_L$  adaptée pour la charge nominale du RCC (par exemple RCC de 15 kVA  $R_L =$  environ 300  $\Omega$ )
- Circuit capacitif de coupure désactivé " $I_C$ -d'arrêt" du RCC
- Commutateur S ouvert (position 2) et le RCC enclenché à l'étape 1

Régler la capacité du câble  $C_C$  de telle façon qu'un courant de  $1,1 \times I_0$  circule ( $I_0$  = courant de protection du circuit ouvert)

- Arrêter ensuite le RCC et fermer de nouveau l'interrupteur S (position 1).
- Activer le circuit capacitif de coupure du RCC
- Enclencher le RCC dans tous les échelons de courant → Le RCC ne doit pas être mis hors tension en raison du circuit capacitif de coupure

## 2) Essai de "I<sub>C</sub>- d'arrêt"

### a) Essai de "I<sub>C</sub>- d'arrêt" lorsque le RCC est en marche

- Mise en marche dans l'échelon le plus bas
- Sur l'interrupteur S ouvert (position 2) → Le RCC doit être mis hors tension (I<sub>C</sub>-d'arrêt) dans la seconde après commutation de l'interrupteur S en position 2 et génération d'alarme en circuit ouvert
- Ensuite, mettre le RCC hors tension, manuellement, et fermer l'interrupteur S (position 1)

Soumettre "I<sub>C</sub>-d'arrêt" aux essais pour tous les autres échelons de courant en conséquence.

Remarque: Pour les échelons les plus élevés, il se peut que le courant du circuit série avec l'interrupteur S ouvert soit inférieur à  $I_0$  en raison d'un facteur de forme différent du courant. Dans ce cas, le RCC doit se déclencher via le circuit de coupure à circuit ouvert ( $I_0$ -de déclenchement).

### b) Essai de "I<sub>C</sub>-d'arrêt" pendant la mise en marche du RCC

- Arrêter le RCC
- Ouvrir le commutateur S (réglé en position 2)
- Mettre en marche le RCC sur l'échelon le plus bas → Le RCC doit s'arrêter (I<sub>C</sub>- de déclenchement) dans la seconde après sa mise en marche.

Soumettre "I<sub>C</sub>-d'arrêt" aux essais pour tous les autres échelons de courant en conséquence.

## 3) Soumettre "I<sub>C</sub>-d'arrêt" aux essais avec $2 \times C_C$ et $3 \times C_C$

- Valeur du condensateur  $C_C$  trouvée en 1)
  - $C_C$  double pour les charges nominales assignées jusqu'à 20 kVA
  - $C_C$  triple pour les charges nominales assignées supérieures à 20 kVA
- Arrêter ensuite le RCC et fermer de nouveau l'interrupteur S (position 1).
- Mettre en marche le RCC pour tous les échelons de courant → Le RCC ne doit pas être mis hors tension (aucun I<sub>C</sub>- de déclenchement)

Exécuter les essais selon 2) avec  $2 \times C_C$  et  $3 \times C_C$

### 7.5.2 Essai de surintensité

Un essai de surintensité doit être réalisé comme suit (voir 5.3.13.2.).

- a) Forcer ou régler le courant de sortie du RCC à une valeur supérieure à 6,75 A et vérifier que la puissance au niveau du transformateur de sortie est interrompue dans l'intervalle 3 s à 5 s.
- b) Forcer ou régler le courant de sortie du RCC à une valeur supérieure à 8,30 A. Vérifier que la puissance au niveau du transformateur de sortie est interrompue dans les 300 ms.

### 7.6 Essai de fonctionnement

En appliquant une tension d'alimentation nominale et des signaux de commande isolés de la terre, vérifier que le RCC répond complètement aux signaux et que la signalisation locale et à distance suit le fonctionnement réel (voir 5.3.8).

Dans l'ordre de priorité, on doit faire référence à la présente norme, puis aux fiches techniques du RCC, puis au manuel d'instructions.

Les procédures suivantes doivent être réalisées.

- a) Les disjoncteurs, les fusibles, les interrupteurs de sécurité, etc doivent être vérifiés.
- b) Le marche/arrêt local et la sélection de l'échelon de courant doivent être vérifiés.
- c) Le marche/arrêt à distance et la sélection de l'échelon de courant du RCC doivent être vérifiés pour tous les échelons de courant en insérant une résistance de 215  $\Omega$  en série avec toutes les lignes du circuit de commande à distance (commande +48 V c.c), sauf pour le câble commun des lignes de puissance de commande. Faire fonctionner le RCC à distance sur tous les échelons de courant à la charge de sortie assignée pour vérifier la conformité.
- d) Vérifier que lorsque le dispositif de commande est en position locale, les modifications sur la commande à distance n'aient aucun effet.

## 7.7 Essais de performance

### 7.7.1 Essai de régulation

#### 7.7.1.1 Charge résistive

Cet essai doit être réalisé comme suit (voir 5.3.2).

- a) Faire fonctionner le RCC à la tension d'entrée nominale et à pleine charge jusqu'à la stabilisation thermique (variation de température inférieure à 1 °C en 1 h).
- b) Procéder aux mesures conformément à 5.3.1, le courant de sortie à chaque échelon de courant à la tension d'entrée donnée et aux conditions de charge indiquées dans le Tableau 6.
- c) Vérifier que le courant de sortie est en conformité avec le Tableau 1.

**Tableau 6 – Essai de charge résistive**

Tension d'entrée	Charge de court-circuit	Pleine charge
90 %	X	X
Nominale	X	X
110 %	X	X

#### 7.7.1.2 Charge réactive

Cet essai doit être réalisé comme suit (voir 5.3.3).

- a) Faire fonctionner le RCC à la tension d'entrée nominale et à pleine charge jusqu'à la stabilisation thermique (variation de température inférieure à 1 °C en 1 h).
- b) Procéder aux mesures conformément à 5.3.3, le courant de sortie à chaque échelon de courant à la tension d'entrée donnée et aux conditions de charge indiquées dans le Tableau 7.
- c) Vérifier que le courant de sortie est en conformité avec le Tableau 1.

**Tableau 7 – Essai de charge réactive**

Tension d'entrée	Moitié de charge ayant un facteur de puissance inductif de 0,60 <sup>a</sup>
90 %	X
Nominale	X
110 %	X
<sup>a</sup> La charge inductive peut être réalisée en incluant le nombre approprié de transformateurs de circuit série avec le secondaire ouvert ou une charge équivalente faisant partie du circuit d'essai.	

### 7.7.2 Essai de rendement

Après l'essai décrit en 7.7.1.1, le rendement à chaque échelon de courant doit être calculé comme suit (voir 5.3.4).

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

où

$\eta$  est le rendement,

$P_2$  est la puissance active de sortie, et

$P_1$  est la puissance active d'entrée.

Le rendement moyen doit être calculé à chaque échelon de courant nominal pour une charge résistive 100 % à la tension d'entrée nominale. La somme des rendements doit être divisée par le nombre d'échelons de courant à chaque charge. Vérifier que le rendement moyen à chaque charge n'est pas inférieur à 80 %.

### 7.7.3 Facteur de puissance

Après l'essai décrit en 7.7.1.2, le facteur de puissance doit être calculé comme suit (voir 5.3.5).

$$PF = \frac{P}{S}$$

où

$PF$  est le facteur de puissance,

$P$  est la puissance active totale en entrée, exprimée en watt (W) et

$S$  est la puissance apparente en entrée, exprimée en VA.

La mesure et le calcul doivent être réalisés pour l'échelon de courant nominal le plus élevé pour une charge résistive de 100 % à la tension d'entrée nominale. Vérifier que le facteur de puissance n'est pas inférieur à 0,90.

### 7.7.4 Limitation des surintensités transitoires de sortie

Cet essai doit être réalisé de la manière suivante.

- a) Soumettre aux essais le temps d'établissement du courant de sortie à la tension nominale lors du basculement de l'état de court circuit vers l'état de pleine charge ou vice versa.
- b) Vérifier que le courant de sortie atteint les spécifications données en 5.3.10. La nouvelle valeur doit être stabilisée dans les limites du Tableau 1 en 500 ms ou moins à partir du début de l'événement déclencheur.

### 7.7.5 Réponse dynamique

Cet essai doit être réalisé de la manière suivante.

- a) Soumettre aux essais le temps de réponse du RCC, avec un facteur de puissance de rémanence de 0,60, à pleine charge inductive, aux variations soudaines de la charge dynamique.
- b) Pour chaque échelon de courant, vérifier que le courant de sortie ne dépasse pas les spécifications indiquées en 5.3.11 lorsque 25 % de la charge est brusquement court-circuitée. Répéter l'essai en court-circuitant de manière brusque 50 % de la charge pour chaque échelon de courant.

### 7.7.6 Interruptions de l'alimentation et chutes de tension

Cet essai doit être réalisé de la manière suivante.

Après une interruption de l'alimentation ou l'apparition d'une condition de basse tension (voir 5.3.6), vérifier que lorsque l'alimentation est rétablie, le RCC fonctionne de nouveau à partir du bon échelon de courant, comme indiqué dans le Tableau 1 dans les 500 ms. Pour cet essai, les interruptions de l'alimentation doivent se faire dans les intervalles suivants: 10 ms, 50 ms, 200 ms, 500 ms et 1 s.

### 7.7.7 Essai de fonctionnement mécanique

Cet essai doit être réalisé de la manière suivante.

- a) Vérifier le bon fonctionnement de toutes les commandes du RCC.
- b) Vérifier l'efficacité des verrouillages selon le manuel d'instruction.
- c) Vérifier l'efficacité du fonctionnement des dispositifs de sécurité lors de l'ouverture des portes/des panneaux donnant accès aux compartiments contenant les tensions dangereuses
- d) Vérifier l'efficacité de fonctionnement des verrous de porte/panneau et que les clés peuvent être retirées dans la position de verrouillage.

### 7.7.8 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les RCC doivent être soumis aux essais conformément à 5.4. Une copie du certificat de conformité du fabricant doit être incluse dans le manuel d'instructions fourni avec l'appareil. Les rapports d'essais doivent être conservés par le fabricant et présentés sur demande à l'acheteur. Tout changement significatif d'ingénierie doit entraîner de nouveaux essais de type.

#### 7.7.8.1 Essais d'émission

Un RCC de chaque type de construction, en fonction des valeurs assignées de puissance de sortie la plus faible et la plus élevée pour chacun d'entre eux, doit être soumis aux essais conformément à la CEI 61000-6-4. Les limites d'émissions sur les accès de puissance et les accès par l'enveloppe doivent être mesurées selon la CISPR 11 pour les accès signaux correspondants aux signaux de traitement de l'information ; ces derniers doivent être mesurés conformément à la CISPR 22.

#### 7.7.8.2 Forme d'onde de sortie

Pour assurer la compatibilité entre les RCC et les équipements auxiliaires qui peuvent être alimentés par la sortie du RCC, le fabricant doit fournir avec la documentation de qualification, les photographies de l'oscilloscope, les impressions ou le fichier numérique de la forme d'onde du courant et de la tension de sortie à la tension de ligne nominale, pour tous les échelons de courant en court-circuit, à la demi-charge, et à pleine charge. Ils doivent être pris avec une charge réactive, puis répétés avec 30 % du circuit série des transformateurs d'isolement en

circuit ouvert. Les essais doivent être réalisés en indiquant un facteur de crête inférieur à 3,2 à tous les échelons de courant à la tension d'entrée nominale et avec 10 % de charge résistive.

Ces formes d'onde de sortie seront utilisées par les fabricants d'équipement auxiliaire pour assurer la compatibilité avec tous les RCC approuvés. Ces formes d'ondes doivent également être disponibles dans un manuel pour tous les fabricants d'équipement auxiliaire intéressés pour une cotisation minimale.

### 7.7.8.3 Essais d'immunité

Un RCC de chaque type de construction, en fonction des valeurs assignées de puissance de sortie la plus faible et la plus élevée pour chacun d'entre eux, doit être soumis aux essais conformément à la CEI 61000-6-2 et selon les parties applicables de la CEI/TS 61000-6-5.

### 7.7.9 Parafoudres

S'il en est muni, vérifier que le parafoudre du RCC a été soumis aux essais selon les prescriptions de 5.7.4.

## 7.8 Essais d'environnement

### 7.8.1 Basse température

Cet essai doit être réalisé de la manière suivante.

- a) Le RCC doit être installé dans une chambre à basse température dans laquelle la température doit être réglée à  $0\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  et laissé pendant au moins 4 h après la stabilisation de la température. (ou, de la même façon si le RCC est monté dans plusieurs blocs avec tous les composants de puissance et de commande regroupés comme un ensemble dans des enveloppes identiques puisqu'ils seront installés dans le champ). Le RCC doit être maintenu hors tension.
- b) Le RCC est ensuite mis sous tension, avec ses bornes de sortie connectées à une charge résistive à l'extérieur de la chambre d'essai.
- c) Répéter l'essai de charge résistive comme détaillé en 7.7.1.1 ; attendre 5 min avant d'enregistrer les données pour chaque échelon de courant.
- d) Après cette vérification, on permet au RCC de chauffer jusqu'à la température ambiante.
- e) Après s'être remis aux conditions ambiantes, le RCC est examiné visuellement en détail, à l'intérieur et à l'extérieur pour
  - toute trace de plaque, de fissure, de déformation d'un composant ou de partie de l'enveloppe;
  - la conformité à 7.7.7.
- f) Toute défaillance rencontrée ci-dessus doit constituer une cause de rejet.

### 7.8.2 Haute température

Cet essai doit être réalisé de la manière suivante.

- a) Le RCC doit être installé dans une pièce à haute température dans laquelle la température ambiante est stabilisée à  $+50\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ , (de la même façon si le RCC est monté dans plusieurs blocs avec tous les composants de puissance et de commande regroupés comme un ensemble dans des enveloppes identiques car ils seront installés dans le champ). Le RCC doit rester hors tension dans la chambre pendant 4 h.
- b) Pendant la durée de l'essai, la nature du déplacement d'air dans la chambre d'essai doit assurer une température uniforme sans refroidir le RCC en essai.
- c) Le RCC est ensuite mis sous tension, avec ses bornes de sortie connectées à une pleine charge se trouvant à l'extérieur de la chambre d'essai pendant 4 h.

- d) Répéter l'essai de charge résistive comme détaillé en 7.7.1.1, avant d'enregistrer les données pour chaque échelon de courant.
- e) Après cette vérification, on permet au RCC de se refroidir jusqu'à la température ambiante.
- f) Après s'être refroidi, le RCC est examiné visuellement en détail, à l'intérieur et à l'extérieur pour
  - tout composant (partie montrant une trace de surchauffe);
  - toute trace de plaque, de fissure, de déformation d'un composant ou de partie de l'enveloppe;
  - toute décoloration, diminution ou réelle modification visible à l'œil nu;
  - la conformité à 7.7.7.
  - la lisibilité de tous les marquages, avertissement, étiquettes.
- g) Toute défaillance rencontrée ci-dessus doit constituer une cause de rejet.

### **7.9 Accessoires optionnels**

Toutes les options doivent être soumises aux essais pour vérifier la conformité avec les exigences données en 5.7.

---

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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)