

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Railway applications – Fixed installations – DC switchgear –
Part 6: DC switchgear assemblies**

**Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu –
Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Railway applications – Fixed installations – DC switchgear –
Part 6: DC switchgear assemblies**

**Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu –
Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 45.060

ISBN 978-2-8322-1546-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Railway applications – Fixed installations – DC switchgear –
Part 6: DC switchgear assemblies**

**Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu –
Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references.....	5
3 Terms and definitions	5
4 Service requirements	5
5 Characteristics of the assemblies.....	6
6 Construction characteristics	6
6.1 General	6
6.2 Insulation requirements	7
6.3 Primary connections	7
6.4 Location of the primary connections	7
6.5 Earthing.....	7
6.6 Degree of protection and internal fault	9
6.7 Covers and doors	9
6.8 Inspection windows.....	10
6.9 Ventilating openings	10
6.10 Partitions and shutters	10
6.11 Interlocks	11
6.12 Temperature-rises	12
6.13 Dielectric strength.....	12
6.14 Painting and finishing.....	12
6.15 Noise emission	12
6.16 Cooling and heating	12
6.17 Operating temperature of auxiliary and control equipment	13
6.18 Rated short-time withstand current of busbars	13
7 Information and marking	13
7.1 Information	13
7.2 Marking	13
8 Tests	14
8.1 General	14
8.2 List of the applicable tests	14
8.3 Performance of tests	15
Annex A (informative) Information required.....	23
Figure 1 – Test arrangement for short-time current withstand test on busbars.....	18
Figure 2 – Test arrangement for temperature-rise test on main circuits	20
Figure 3 – Test arrangement for temperature-rise test on the busbars	21
Table 1 – Degrees of protection	9
Table 2 – List of applicable tests	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –
FIXED INSTALLATIONS –
DC SWITCHGEAR –****Part 6: DC switchgear assemblies****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This Consolidated version of IEC 61992-6 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2006-02) [documents 9/891/FDIS and 9/913/RVD] and its amendment 1 (2014-04) [documents 9/1792/CDV and 9/1852/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

This publication has been prepared for user convenience.

International Standard IEC 61992-6 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

IEC 61992 consists of the following parts, under the general title *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear*:

- Part 1: General
- Part 2: D.C. circuit breakers
- Part 3: Indoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches
- Part 4: Outdoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches
- Part 5: Surge arresters and low-voltage limiters for specific use in d.c. systems
- Part 6: D.C. switchgear assemblies
- Part 7-1: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Application guide
- Part 7-2: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Isolating current transducers and other current measuring devices
- Part 7-3: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Isolating voltage transducers and other voltage measuring devices

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

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

IMPORTANT – The “colour inside” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.

RAILWAY APPLICATIONS – FIXED INSTALLATIONS – DC SWITCHGEAR –

Part 6: DC switchgear assemblies

1 Scope

This part of IEC 61992 covers d.c. metal-enclosed and non-metallic enclosed switchgear assemblies used in indoor stationary installations of traction systems, with nominal voltage not exceeding 3 000 V.

It is intended that individual items of equipment, for example circuit breakers, housed in the assembly are designed, manufactured and individually tested (simulating the enclosure when necessary) in accordance with their respective parts of IEC 61992 or, when appropriate, with another applicable standard.

NOTE 1 The requirements covered in this part of IEC 61992 are those concerning the assembly as such, its enclosure and the mutual influence of the equipment enclosed.

NOTE 2 EMC requirements are covered by IEC 62236-5 and additional requirements concerning dependability (RAMS) are covered by IEC 62278.

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 60243-1:1998, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61992-1:2006+ A1:2014, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 1: General*

IEC 61992-2:2006+ A1:2014, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 2: DC circuit-breakers*

IEC 61992-3:2006, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 3: Indoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61992-1 apply.

4 Service requirements

Normal service requirements are detailed in Clause 4 and Annex B of IEC 61992-1 for indoor installations. In this standard, the pollution degree PD4 and overvoltage categories (see notes to Table 1 of IEC 61992-1) as described in EN 50124-1 are considered to be the normal condition.

5 Characteristics of the assemblies

The main characteristics of an assembly shall be indicated in the procurement specification as follows:

- a) type of the assembly enclosure;
- b) list of functional units enclosed;
- c) rated insulation voltages;
- d) rated values of the equipment enclosed as required in relevant standards;
- e) if constructed for an earth fault protection;
- f) detailed protection and control requirements (see IEC 61992-7).

Other important characteristics are listed in Clause A.2.

6 Construction characteristics

6.1 General

Enclosures are either metallic or non-metallic. Non-metallic enclosed switchgear shall not be used for nominal voltages above 1,5 kV.

All requirements specified herein also apply when both conductive and insulating materials are used, except for insulating clearances which shall be designed and tested as appropriate.

A cell made of masonry shall not be considered as an enclosure, as far as this standard is concerned.

The floor surface may be considered as part of an enclosure. The measures to be taken in order to obtain the degree of protection provided by floor surfaces shall be subject to an agreement between purchaser and supplier.

The walls of a room shall not be considered as parts of the enclosure.

Switchgear assemblies and relevant enclosures shall be designed so that normal service, inspection and maintenance operations, earthing of connected cables or busbars, locating of cable faults, voltage tests on connected cables or other apparatus and the elimination of electrostatic charges, can be carried out easily and safely.

All materials used shall be of the quality and of the class most suitable for working under the conditions specified. Special attention is to be paid to its ability to withstand moisture and fire: unless fire behaviour Class F0 is allowed (see Annex B of IEC 61992-1), materials used shall be metallic or of the self-extinguishing type, so that the risk of propagation of fire from one cubicle or compartment to another is minimised.

The selection of materials and the construction of the assembly shall be such that corrosion due to atmospheric and electrolytic effects are minimised.

All identical devices, forming part of an assembly for a given use and with the same characteristics, shall be interchangeable.

Withdrawable switching devices shall be prevented from insertion into functional units on the same switchgear assembly, having a different function or higher current ratings.

Sufficient space shall be provided inside the compartments for the entry and termination of incoming cables without their minimum bending radii being infringed.

The detachable parts of the protection enclosures shall be firmly attached to the fixed parts as specified in 6.7. Accidental untightening or detachment shall not occur because of the operation of the equipment.

All apparatus and connections for the safe operation, control and protection of the equipment concerned, shall be provided whether or not specifically mentioned. The equipment shall be adequately earthed, insulated, screened or enclosed as may be appropriate to ensure the protection of the equipment and safety of those concerned in its operation and maintenance.

Control and auxiliary circuits and contacts shall comply with the requirements of 5.2 of IEC 61992-1.

All components contained within the enclosure shall comply with their relevant standards.

6.2 Insulation requirements

Test voltages and clearances are given in Table 1 of IEC 61992-1. Recommended values for creepage distances are given in Annex D of IEC 61992-1.

The adverse effect of ionisation (due to arcs) on the clearances of other equipment in the assembly shall be taken into account. The minimum clearances between the arc chute of a switching device and metallic or non-metallic parts (i.e. above the arc chute and to the sides) shall be in accordance with those given by the switching device manufacturer.

Insulating material used to fully or partially line a metallic enclosure shall be firmly secured to the enclosure.

In case of withdrawable units, where access within the enclosure is required during maintenance operations, the busbars and all other conductors shall be separated by a barrier. Openings through such a barrier for the circuit and busbar connectors, etc. shall be shuttered and capable of being locked closed.

6.3 Primary connections

Non-withdrawable functional units may be equipped with fixed, removable (bolted or clamped) connectors. Withdrawable functional units may be equipped with plug-in connectors.

6.4 Location of the primary connections

In case of non-withdrawable assemblies, the terminals for the primary connections shall be accessible with the functional units as in normal operating conditions.

6.5 Earthing

NOTE Depending on the d.c. system earthing requirements, "earthing" means connection either to earth or to the return circuit.

6.5.1 Earthing of the main circuit

To ensure safety during maintenance work, all parts of the main circuit to which access is required or provided shall be capable of being earthed through suitable means. This does not apply to those parts, which are withdrawable or removable and which become accessible after being separated from the switchgear.

A withdrawable part, however, shall not be removed from the enclosure unless capacitors on it have been discharged to safe values.

In case of withdrawable circuit breakers, the earth connection shall be made before the shutters are opened and the shutters shall be closed before the earth connection is disconnected.

Earthing switches shall comply with IEC 61992-3. The requirement that it shall be possible to know the operating position of the earthing switch is met if one of the following conditions is fulfilled:

- the isolating distance is visible;
- the position of the earthing switch is clearly visible and the position corresponding to full connection and full isolation are clearly identified;
- the position of the earthing switch is indicated by a reliable indicating device.

6.5.2 Earthing of the enclosure

The purchaser shall indicate in the enquiry how to earth the enclosure (e.g. the return circuit or to earth) in accordance with 6.5.8 of IEC 61992-7-1.

The metallic parts of the enclosures, such as frames, structure and fixed elements, shall be connected to each other and to a suitable earthing terminal, placed in an accessible position, in order to allow the connection to the main earth system of the installation. The earthing terminal shall be suitably protected against corrosion. The standard earth symbol shall be clearly and permanently marked.

An earthing conductor shall be provided extending the whole length of the metal-enclosed switchgear to connect the individual earthing terminals. The current density of the earthing conductor, if of copper, shall not exceed 200 A/mm^2 based on a specified earth fault of $10\,000 \text{ A}$ for 1 s ; therefore, its cross-section area shall be not less than 50 mm^2 . The earthing conductor shall be terminated by a clearly and permanently marked main earthing terminal.

The continuity of the earth system shall be ensured taking into account the thermal and mechanical stresses caused by the magnitude and duration of the current it may have to carry.

The purchaser shall indicate in the enquiry if the earthing system shall differ from the above.

The purchaser shall specify in the enquiry the maximum earth fault current. The standard value for the duration is $0,25 \text{ s}$ due to the typical breaking time of the a.c. rectifier circuit breaker(s). If the purchaser requires a longer duration, he shall specify this in the enquiry.

The terminals and connections shall be adequately dimensioned for the earth fault current.

The enclosure of each functional unit shall be connected to this earthing conductor. All the metallic parts within a functional unit and not belonging to a main, control or auxiliary circuit, shall also be connected to the earthing conductor directly or through metallic structural parts.

In the latter case, earthing of said elements, such as walls and doors of compartments, may be fulfilled by normal construction elements, ensuring an adequate electrical continuity and suitable dimensioning. For any bolts or similar fixing used for earth continuity, the maintenance instructions shall state the requirements for cleaning surfaces and ensuring tightness.

The metallic parts of a withdrawable part which are normally earthed in the service position, shall also remain earth-connected in the test and disconnected positions and between each position.

The purchaser shall indicate in the enquiry if the earthing system deviates from the requirements stated in this subclause.

6.6 Degree of protection and internal fault

6.6.1 Protection against approach to live parts and contact with moving parts

For metal-clad and for compartmented switchgear, the degree of protection shall be specified. If required, separate degrees of protection for doors and walls, for partitions and for the roof of the enclosure shall be specified. For cubicle switchgear, it is only necessary to specify the degree of protection for the enclosure.

The degree of protection against contact of persons with live parts of auxiliary circuits and with any moving parts (other than smooth rotating shafts and moving linkages) shall be indicated by means of the designation specified in Table 1 below, taken from IEC 60529.

Normally, no degree of protection is provided for indoor switchgear assemblies against ingress of water.

Table 1 – Degrees of protection

Degree of protection	Protection against approach of live parts and contact with moving parts
IP20	By fingers or similar objects of diameter greater than 12 mm
IP30	By tools, wires, etc. of diameter of thickness greater than 2,5 mm
IP40	By tools, wires, etc. of diameter of thickness greater than 1,0 mm
NOTE 1 The first characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the enclosure against the ingress of solid bodies and approach to live parts for all given enclosure conditions.	
NOTE 2 Protection against ingress of water is given by the second numeral.	

6.6.2 Internal arcing

Failure within the enclosure of switchgear due to a defect or an exceptional service condition or mal-operation may initiate an exceptional internal arc.

Ventilating openings and vent outlets shall be arranged in such a way that gas or vapour escaping under pressure does not endanger the operator.

6.7 Covers and doors

Covers and doors which are part of the enclosure shall be metallic if the enclosure is metallic. When they are closed, they shall provide the degree of protection specified for the enclosure.

Covers or doors shall not be made of woven wire mesh, expanded metal or similar. When ventilating openings and vent outlets are incorporated in the cover or door, reference is made to 6.9.

Two categories of covers or doors are recognized with regard to access to compartments at main circuit potential:

- those which need not to be opened for the normal purposes of operation or maintenance (fixed covers): it shall not be possible for them to be opened, dismantled or removed without the use of tools or other provisions which may be required by the purchaser;
- those which need to be opened for the normal purposes of operation (removable covers, doors): these shall not require tools for their opening or removal; they shall be provided with locking facilities (for example provisions for padlocks), unless the safety of persons is assured by a suitable interlocking device.

NOTE It is recommended, with metal-clad or compartmented switchgear, that doors giving access to live parts be suitable for opening only when the part of the exposed main circuit contained in the compartment being made accessible is dead. Equivalent provisions may also be provided.

6.8 Inspection windows

Inspection windows shall provide at least the degree of protection specified for the enclosure.

They shall be covered by a transparent sheet of mechanical strength comparable to that of the enclosure.

The insulation between live parts of the main circuit and the inspection windows shall withstand the test voltages specified in Table 1 of IEC 61992-1.

6.9 Ventilating openings

Ventilating openings shall be so arranged or shielded that the same degree of protection as that specified for the enclosure is obtained. Such openings may make use of wire mesh or the like, provided that it is of suitable mechanical strength.

6.10 Partitions and shutters

6.10.1 General

Partitions and shutters shall provide at least the degree of protection specified in Table 1.

Partitions and shutters made of insulating material shall meet the following requirements:

- a) the insulation between live parts of the main circuit and the accessible surface of insulating partitions and shutters shall withstand the test voltages specified in Table 1 of IEC 61992-1;
- b) apart from mechanical strength, the insulating material shall withstand the test voltages specified in item a); the appropriate test method given in IEC 60243-1 shall be applied;
- c) if a leakage current reaches the accessible side of the insulating partitions and shutters by a continuous path over insulating surfaces or by a path broken only by small air gaps, this current shall be not greater than 0,5 mA under the specified test conditions (see 8.3.3.1 a)).

Openings in the enclosure of the switchgear assembly and in partitions of metal-clad or compartmented switchgear, through which contacts of removable parts engage fixed contacts, shall be provided with automatic shutters properly operated in normal service operations to ensure the protection of persons in any of the positions defined in 3.3.24 to 3.3.27 of IEC 61992-1.

If maintenance requirements imply that one set of fixed contacts shall be accessible through opened shutters, all the shutters shall be provided with means of locking them independently in the closed position or it shall be possible to insert a screen to prevent the live set of the fixed contacts being exposed.

Conductors other than busbars passing through metallic partitions are insulated by bushings or other equivalent means and the openings may be provided by bushings or shutters having non-metallic parts.

6.10.2 Partitions

Partitions of metal-clad switchgear shall be metallic and earthed.

Partitions of compartmented and cubicle switchgear may be non-metallic, provided (unless otherwise agreed between purchaser and supplier) they do not become part of the enclosure with the removable part in any of the positions defined in 3.3.25 to 3.3.27 of IEC 61992-1. If partitions become part of the enclosure with the removable part in any of these positions, they shall be of the same material as the enclosure and shall provide the degree of protection specified for the enclosure. Metallic partitions shall be earthed.

NOTE 1 A partition becomes part of the enclosure, if it is accessible in any of the positions defined in 3.3.25 to 3.3.27 of IEC 61992-1.

NOTE 2 If a door which can be closed in the positions defined in 3.3.25 to 3.3.27 of IEC 61992-1 is provided, the partition behind the door is not considered to be a part of the enclosure.

6.10.3 Shutters

The shutters of all types of switchgear assemblies may be either metallic or non-metallic.

If shutters are of insulating material, they shall not become part of the enclosure. If shutters are metallic, they shall be earthed and, if they become part of the enclosure, they shall provide the degree of protection specified for the enclosure.

6.10.4 Isolating distances

The devices for ensuring the isolating distance between the main circuit conductors are considered to be disconnectors which shall comply with IEC 61992-3, except for the mechanical operation test (see 8.3.5).

The requirement that it shall be possible to know the operating position of the disconnector is met if one of the following conditions is fulfilled:

- the isolating distance is visible;
- the position of the withdrawable part, in relation to the fixed part, is clearly visible and the positions corresponding to full connection and full isolation are clearly identified;
- the position of the disconnector is indicated by a reliable indicating device.

Any removable part shall be so attached to the fixed part that its contacts will not open inadvertently due to forces which may occur in service, in particular those due to short circuit.

The dielectric requirements stated in 6.2 shall be observed.

6.11 Interlocks

Interlocks between different components of the equipment are provided for reasons of safety and for convenience of operation. The following provisions are mandatory for main circuits:

a) Switchgear with removable parts

The withdrawal or engagement of a circuit breaker, switch, disconnector or contactor shall be impossible unless it is in the open position.

The operation of a circuit breaker, switch, disconnector or contactor shall be impossible unless it is in the service, disconnected, removed, test or earthing position.

It shall be impossible to close the circuit breaker, switch, disconnector or contactor in the service position unless it is connected to the auxiliary and control circuit, unless it is designed to open automatically without the use of a separate auxiliary and control circuit.

b) Switchgear without removable parts and provided with disconnectors

Interlocks shall be provided to prevent operation of disconnectors under conditions other than those uses for which they are intended (see IEC 61992-3). The operation of a disconnector shall be impossible unless the associated circuit breaker, switch or contactor is in the open position. No interlock is required if all currents (including fault currents) in the circuit to be switched on or off, are within the making and breaking capacity of the disconnector.

The operation of the circuit breaker, switch or contactor shall be impossible unless the associated disconnector is in the closed, open or earthing position (if provided).

The provision of alternative interlocks shall be subject to agreement between purchaser and supplier. The supplier shall give all necessary information on the character and function of interlocks.

Earthing switches having a short-circuit making capacity less than the peak short circuit current $\hat{I}_{ss}$ of the circuit shall be interlocked with the associated disconnectors.

Apparatus installed in main circuits, the incorrect operation of which can cause damage or which are used for assuring isolating distances during maintenance work, shall be provided with locking facilities (for example provision of padlocks).

NOTE Whenever practical, preference should be given to mechanical interlocks.

6.12 Temperature-rises

Maximum temperature-rises are detailed in Clause 6 of IEC 61992-1.

These temperature-rises shall not be exceeded for operation at rated service current and/or conventional thermal current I_{Ne} or I_{the} and at overloads as specified by the purchaser for normal service conditions as specified in Annex B of IEC 61992-1. The effects on temperature-rise caused by adjacent functional units and any permanently energized anti-condensation heaters shall be taken into consideration.

In addition, the auxiliary and control circuits, as well as the auxiliary devices, shall carry their conventional thermal current (for switching devices) or their rated service current (for other equipment).

Through faults may produce temperature-rises in excess of those mentioned above, but shall not cause permanent damage or distortion in the switchgear assembly.

6.13 Dielectric strength

Dielectric withstand strength and isolating distances shall conform to the requirements specified in 4.2 of IEC 61992-1.

When it is not practical to disconnect the cable for the dielectric tests from the switchgear assembly, those parts which remain connected to the cable shall be capable of withstanding the cable test voltages specified for the cables.

6.14 Painting and finishing

Steelwork (other than stainless steel) and other materials of the enclosure shall be treated in accordance with an approved type of corrosion protection.

6.15 Noise emission

Noise emission from all equipment shall be minimized. The level of the noise emission during the breaking of the rated normal service current I_{Ne} shall be indicated by the supplier, if requested.

The method of measuring is to be indicated.

6.16 Cooling and heating

All equipment shall be naturally air cooled unless otherwise agreed between purchaser and supplier.

Space heaters, positioned to prevent the accumulation of moisture on internal components, shall be provided where necessary for the service conditions specified by the purchaser.

6.17 Operating temperature of auxiliary and control equipment

Auxiliary and control equipment, when installed in the switchgear, shall be suitable for operating at rated performance at the recorded local ambient temperature within their enclosure.

6.18 Rated short-time withstand current of busbars

Busbars shall have a short-time withstand current rating (I_{NCW}).

NOTE The I_{NCW} rating is the same value as the I_{NSS} rating of the line circuit breaker for a time duration of 0,25 s.

By mutual agreement between manufacturer and purchaser, a tie interconnecting station switchboard may be supplied with a reduced I_{NCW} busbar rating, as I_{CW} fault current is normally of lower magnitude than at a substation. If a tie station needs to be upgraded to a rectifier substation at a later date, then the purchaser shall indicate this at the time of the enquiry and order and shall define the I_{NCW} requirement.

7 Information and marking

7.1 Information

Both parties shall exchange any necessary information in order to assure that the switchgear assembly is suitable for the intended duty. A summary of this information is given in Annex A.

7.2 Marking

All necessary labelling shall be indelibly marked and provided as necessary for the purposes of safety, identification, instruction and information. Lifting attachments and the earth terminal shall be marked by their symbols. The following indications shall be placed on the assembly enclosure on one or more rating plates in an accessible visible position on a non-removable structure.

- a) name of the manufacturer or trademark;
- b) the reference to this part of IEC 61992;
- c) type designation;
- d) serial number designation;
- e) year of manufacture;
- f) rated voltage U_{Ne} of main circuits;
- g) rated voltage(s) U_{Ne} of auxiliary and control circuits;
- h) rated service current I_{Ne} of busbars and main circuits;
- i) rated short-circuit current I_{NSS} ;
- j) rated short-time withstand current of busbars I_{NCW} ;
- k) rated earth fault current I_{NCWe} ;
- l) degree of protection for the enclosure and partitions (if different);
- m) compliance with service requirements differing from those indicated as normal (see Clause 4 of IEC 61992-1 – preferably by a separate label).

8 Tests

8.1 General

General requirements concerning tests are shown in Clause 7 of IEC 61992-1.

The tests shall be carried out as described in the relevant clauses of this standard and, as far as applicable, of IEC 61992-1. For procedural matters not covered in either of those standards, reference may be made to other IEC or European Standards covering similar equipment.

Unless otherwise indicated, the tests shall be performed at the rated service values: current, voltage, frequency (if applicable), air pressure (if applicable). The same applies for the whole of the assembly (main, control and auxiliary) and in accordance with the values indicated in Clause 5.

Unless explicitly specified, the test variables shall be within the tolerances indicated in Table 6 of IEC 61992-1.

For all the tests, the ambient temperature is measured and recorded in the test report.

The tests detailed in this standard are only those verifying the correctness of the design of the switchgear assembly as such, as well as the correctness of the assembling and cabling.

Each component shall be tested before being assembled, in accordance with the applicable standard.

When a manufacturer is supplying both the internal equipment and the switchgear assembly, he may perform combined tests to test the equipment in its final compartment (or in an equivalent compartment), so avoiding duplication in tests.

8.2 List of the applicable tests

Based on the above requirements, the applicable tests are summarized in Table 2.

Table 2 – List of applicable tests

Test description	Kind	Subclause
Verification of conformity to the manufacturing drawings and to characteristics of assembly	Routine	8.3.1
Operation	Routine	8.3.2
Dielectric withstand:		
– impulse withstand	Type	8.3.3.2
– power-frequency voltage	Type and routine	8.3.3.3
Short-time withstand current		
– main circuits	Type	8.3.4.1
– busbars	Type	8.3.4.2
– earthing circuits	Type	8.3.4.3
Mechanical operation	Type	8.3.5
Verification of degree of protection	Type	8.3.6
Temperature-rise	Type	8.3.7
Electrical operation	Type	8.3.8

8.3 Performance of tests

8.3.1 Verification of conformity to the manufacturing drawings and to characteristics of the assembly

8.3.1.1 Verification of conformity to the manufacturing drawings

The assembly to be tested shall be representative of the manufactured type and shall correspond in all essential details to the manufacturing drawings.

8.3.1.2 Measurement of the resistance of the main circuits

Resistance measurements of the main circuits shall be made with the assembly at ambient temperature. This measurement shall confirm correctness in the assembling operations, by comparison with the resistance values recorded during tests on similar components or assemblies.

8.3.2 Operation test

Operation tests are made to ensure that the switching devices and removable parts comply with the prescribed operating conditions and that the mechanical interlocks work properly.

This test is carried out at the laboratory ambient temperature, in accordance with 7.3.1 of IEC 61992-1.

Auxiliary and control circuits will be supplied at their rated voltage (if in parallel) or at a suitable current (if in series).

Each switching device, removable part, mechanical interlock and sequence of electrical or mechanical operations shall be tested with five operations or five attempts in each direction. The test shall include visual checking.

The purchaser may require that these tests are repeated on site after installation.

8.3.3 Dielectric tests

8.3.3.1 Test conditions

Reference shall be made to 7.5 of IEC 61992-1.

The test values shall be as specified in Table 1 of IEC 61992-1.

The enclosure to be tested shall be mounted complete as in normal service and under the ambient conditions stated in Annex B of IEC 61992-1.

Because of the great variety of designs, it is not feasible to give specific indications of the tests to be performed on the main circuit, but, in principle, they shall cover the following tests.

a) Between main circuit and earth

The test voltage specified shall be applied by connecting the positive conductor of the main circuit to the high-voltage terminal of the test supply. The negative conductor of the main circuit and the auxiliary circuits are to be connected to the earthing conductor or the frame and to the earth terminal of the test supply. The test shall be repeated with the negative conductor energised and the positive conductor to earth.

The dielectric test shall be made with all switching devices open and all removable parts in their service position.

Electrical connections shall bridge the contacts of switching devices.

For these dielectric tests, current transducers, any direct overcurrent release or overcurrent indicator and the cable terminal boxes (placed, if necessary, in several configurations if in doubt about the most unfavourable situation) are recommended to be installed as in normal service.

Attention shall be paid to the fact that transducers (or a.c. transformers if any), lightning arresters, fuses and electronic equipment may not be suitable for a test voltage applied at the compartment or assembly terminals and shall be disconnected, earthed, shorted out, as applicable, before testing and separately tested.

Moreover, when the equipment is connected to the return circuit or to earth, this connection shall be removed before testing at the rated insulation level of the switchgear.

Inspection windows, partitions and shutters of insulating material shall be covered on the side accessible during operation and maintenance, in the most unfavourable situation for the test, with a circular or square metal foil having an area as large as possible but not exceeding 0,01 m², which shall be connected to earth. In case of doubt about the most unfavourable situation, the test shall be repeated with different situations. For convenience of testing, subject to agreement between purchaser and supplier, more than one metal foil may be applied simultaneously or larger parts of the insulating material may be covered.

b) Across the isolating distance

Each isolating distance of the main circuit shall be tested using the test voltages specified in Table 1 of IEC 61992-1 and to comply with the requirements of 6.2. The isolating distance may be the distance between the two parts of the main circuit intended to be connected by a removable or withdrawable part.

If, in the disconnected position, an earthed metallic shutter is interposed between the disengaged contacts to ensure segregation, the gap between the earthed metallic shutter and the live parts shall withstand only the test voltages required to earth.

If, in the disconnected position and, where provided, test position, there is no earthed metallic shutter or partition between the fixed part and the withdrawable part, the test voltages specified across the isolating distance shall be applied

- between the fixed and moving isolating contacts intended to engage, and
- between the fixed isolating contact on busbar side and the fixed isolating contact on the circuit side. Both the direct isolating distance between fixed isolating contacts and the isolating distance established through the closed withdrawable switching part shall be tested.

When specified by the purchaser, the withstand performance between the busbar side and the circuit side shall be proved using test voltages specified across isolating distance with a withdrawable circuit breaker in the service position and open.

8.3.3.2 Impulse withstand voltage test

This type test is applicable to those circuits in switchgear assemblies having a rated insulation voltage exceeding 2 500 V.

The switchgear shall be impulse tested in accordance with 7.5.1 of IEC 61992-1. Three positive and three negative pulses shall be applied and there shall be no flashovers. At the conclusion of the test, a power frequency withstand test shall be performed in accordance with the requirements of 8.3.3.3.

Voltage transducers, transformers, fuses, etc. (see 8.3.3.1 a)) may be replaced by replicas reproducing the field configuration of high-voltage connections.

Overvoltage protective devices shall be disconnected or removed. Current transducer secondaries shall be short-circuited and earthed.

During the impulse voltage tests, the earthed terminal of the impulse generator shall be connected to earth and to the metal enclosures, if any. Except during the tests in accordance

with 8.3.3.1 b), the mid point or another intermediate point of the voltage source shall be connected to earth and to the metal enclosure so that the voltage appearing between any of the live parts and the enclosure does not exceed the test voltage specified in 8.3.3.1 a).

8.3.3.3 Power-frequency voltage withstand test for main circuit and auxiliary circuits

This test is a routine test, to be performed in accordance with 7.5.2 of IEC 61992-1. It is also part of the impulse type test of 8.3.3.2. The test is carried out by applying to the terminals of each circuit section the power-frequency test voltage relating to the rated insulation level assigned to the circuit section concerned, with all other sections earthed.

The test shall be carried out with withdrawable equipment in the connected position and repeated when in the disconnected position.

As indicated in 8.3.3.1 a), the circuit sections shall be segregated, and electronic equipment, transducers and transformers (if any) shall be disconnected or short-circuited.

NOTE The term “circuit section” is defined in 1.3.1.3 of EN 50124-1.

The test voltage shall be reached, from 0 V to the specified level, in 5 s and maintained for 60 s.

The switchgear shall be considered to have passed the test if no disruptive discharge occurs.

8.3.4 Short-time withstand current tests

8.3.4.1 Tests on main circuits

Main circuits are only tested for this condition when they are fitted with switching devices, which also have a short-time current rating. Such devices are disconnectors and all devices for the return current. See 3.2.7 of IEC 61992-1.

Main circuits shall be tested to verify their capability of carrying the rated short-time and peak withstand currents under the intended conditions of installation and use, i.e. they shall be tested as installed in the switchgear with all associated components which have an influence on the performance or modifying the short circuit current.

For these tests, short connections to transducers are not considered as parts of the main circuit.

Short and direct connections between circuits having a high short-circuit current and current limiting devices may be tested with a reduced short circuit current.

Circuits containing current limiting devices or circuit breakers employing bidirectional series trip devices need not be tested. However, unidirectional circuit-breaker circuits shall be tested with the current direction in a manner which does not cause tripping.

The I_{NCW} value of the main circuit need not be the same as that of the main busbars, but shall be at least the proportion of the short-circuit current which it sees in service. Since this test is in general only applied to incomer/rectifier circuits, the requirements are stated in 5.3.4.2, Table 2 3 of IEC 61992-2.

The configuration of the test arrangement shall be recorded in the test report and shall follow the rules laid down in 8.3.9 of IEC 61992-2.

The test is considered satisfactory if no permanent deformation or damage is sustained by the main circuits, components and enclosure.

8.3.4.2 Test of the busbars

The tests on the main busbars shall be at the assigned value of the rated short-time withstand current I_{Ncw} of the busbars. This rating can be different to that assigned to the main circuit connections.

The configuration of the test arrangement shall be recorded in the test report and shall follow the rules laid down in 8.3.9 of IEC 61992-2.

The busbars shall be tested to verify their capability of carrying the rated short-time and peak withstand current under the intended condition of installation and use, i.e. they shall be tested as installed in the switchgear with all associated components which have an influence on the performance.

The arrangement for testing is shown in Figure 1 and shall comprise busbars in at least three sections of the switchgear, including at least one main circuit connection (tee-off). The main circuit connection conductor size shall be the minimum section which have the same assigned I_{Ncw} rating, unless otherwise agreed between purchaser and supplier.

One test connection shall be made to the main circuit connection via the busbar side disconnect at one end of the busbar. The other test connection shall be to the busbar at the opposite end of the busbar or, at the option of the manufacturer, to the main circuit connection via the busbar side disconnect at the end of the busbar.

Where the busbar has the same I_{Ncw} rating as the main circuit, then a combined test with that described in 8.3.4.1 is permitted.

The test procedure and pass criteria are as in 8.3.4.1.

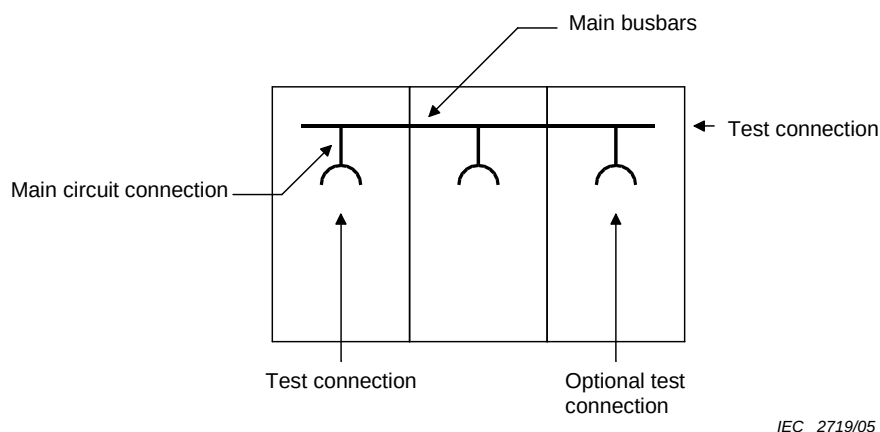


Figure 1 – Test arrangement for short-time current withstand test on busbars

8.3.4.3 Test on earthing circuits

Earthing conductors, earthing connections and earthing devices of switchgear shall be tested to verify their capability to withstand the rated earth fault current I_{Ncwe} for the specified time under the return and/or earthing condition of the system, i.e. they shall be tested as installed in the switchgear with all associated components influencing the performance or modifying the short-circuit current. The minimum value of the earth fault current shall be 10 kA (sustained) unless otherwise agreed between purchaser and supplier.

The rated earth fault current test shall be carried out using a d.c. supply.

This test only applies when earthing devices are employed which connect the main conductors to the switchboard earth. The rated earth fault current is assigned on this basis. The purchaser shall assign this rating based on the return path associated with the earthing circuit. Otherwise, it is subject to agreement between the purchaser and supplier.

When the earthing devices are themselves removable parts, then the earthing connection between the fixed part and the removable part shall be tested under earth fault conditions. The earth fault current shall flow between the earthing conductor and the frame of the removable part.

After the test, some deformation and degradation of the earthing conductor (but not the return conductor), earthing connections or earthing devices is permissible, but the continuity of the circuit shall be preserved.

8.3.5 Mechanical operation test

8.3.5.1 Switching devices and removable parts

Switching devices shall successfully complete the tests specified in IEC 61992-2 or IEC 61992-3 before being installed. As a type test, when installed in the switchgear, switching devices shall be operated 50 times with the main-circuit de-energised. Removable parts shall be inserted 25 times and withdrawn 25 times to verify satisfactory operation of the equipment.

8.3.5.2 Interlocks

The interlocks shall be set in the position intended to prevent the operation of the switching devices and the insertion or withdrawal of removable parts. 50 attempts shall be made to operate the switching devices and 25 attempts shall be made to insert and 25 attempts to withdraw the removable parts. During these tests, only normal operating forces shall be employed and no adjustment shall be made to the switching devices, removable parts or interlocks.

The interlocks are considered to be satisfactory if

- a) the switching devices cannot be operated;
- b) the insertion and withdrawal of the removable parts are prevented;
- c) the switching devices, removable parts and the interlocks are in proper working order and the effort to operate them is practically the same before and after the tests.

8.3.6 Verification of the degree of protection

The tests to verify the protection indicated by the first numeral shall be performed in accordance with the requirements specified in Clause 12 of IEC 60529 for protection against access to hazardous parts. General requirements for the tests shall comply with Clause 11 of IEC 60529.

8.3.7 Temperature-rise tests

The temperature-rises of the different components shall be referred to the ambient air temperature and shall not exceed the values specified in Clause 6 of IEC 61992-1.

NOTE The local ambient air temperature within the equipment may differ from the reference ambient temperature, which is taken outside the enclosure, because of the mutual heating from adjacent apparatus.

Where the switchgear design provides for alternative components or arrangements, the test of the switchgear shall be performed with those components or arrangements for which the most severe conditions are obtained.

8.3.7.1 Ambient temperature

The reference ambient air temperature as defined in 3.2.26 of IEC 61992-1 is the average temperature of the air outside the enclosure. It shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least three temperature-measuring devices equally distributed around the assembly, at half height and a distance of 1 m from the enclosure. The devices shall be protected from external air currents and sources of heating or cooling.

8.3.7.2 Temperature-rise test of the main circuits and busbars

The test shall be performed in accordance with 7.4 of IEC 61992-1.

The dimensions of the test conductors and the configuration of the test arrangement shall be recorded in the test report and shall follow the rules laid down in 7.4 of IEC 61992-1.

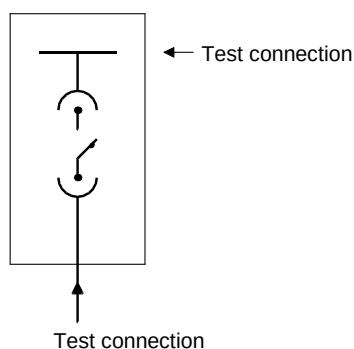
The arrangement for the temperature-rise tests on main circuits may be made on a single switchgear section as shown in Figure 2. The main circuit shall carry its rated service current I_{Ne} and/or its conventional thermal current I_{the} (as agreed).

The arrangement for the temperature-rise tests on busbars is shown in Figure 3 and shall comprise busbars in at least three sections of the switchgear. Each section of switchgear shall contain its main circuit connection which shall be the minimum normal current rating for the associated range of equipment if it is not carrying the test current. The busbars shall carry its rated service current I_{Ne} and/or its conventional thermal current I_{the} (as agreed).

The test connections shall be to the ends of the busbar or alternatively to one or both main circuit connections in the end sections of the switchgear via the busbar side disconnects. These connections shall then have conductor ratings no greater than the busbars.

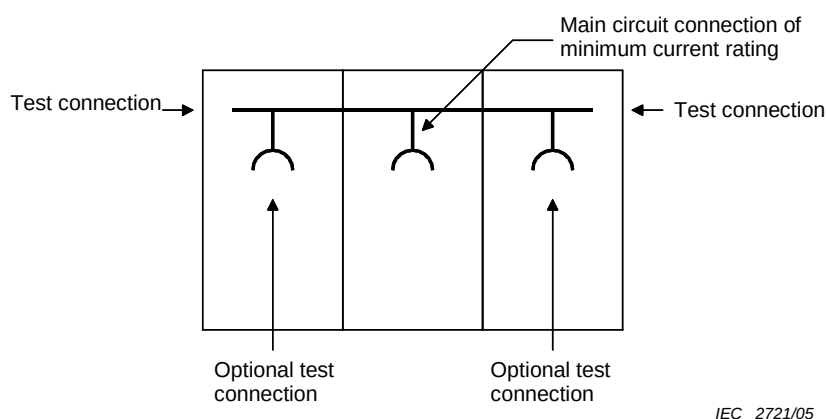
Where the busbars and the main circuit have the same current rating, the manufacturer may combine the main circuit and busbar tests.

The main circuit temperature-rise test results are those measured on that section of main circuit and the busbar temperature-rise test results are those measured on the centre section of the switchgear busbars.



IEC 2720/05

Figure 2 – Test arrangement for temperature-rise test on main circuits



IEC 2721/05

Figure 3 – Test arrangement for temperature-rise test on the busbars

Care shall be taken to minimize indication errors due to high temperature gradients.

When testing individual functional units, the neighbouring units should carry the currents which produce the power loss corresponding to the rated condition. It is admissible to simulate equivalent conditions by means of heaters or heat insulation, if the test cannot be performed under actual conditions.

8.3.7.3 Temperature-rise test for auxiliary and control equipment circuits

When it is impracticable to simultaneously load all auxiliary and control circuits during the test under 8.3.7.2, the maximum local temperatures in all compartments and locations where control and auxiliary circuits are located shall be measured and recorded. The test shall be considered satisfactory if the maximum local ambient temperatures are within the design ambient temperature range for the auxiliary and control equipment.

For intermittent operation of circuits and components, the requirements of 7.4.4 of IEC 61992-1 shall apply.

8.3.8 Electrical operation test

This type test applies when several main or main and auxiliary switching devices are mounted in a single compartment in order to assess the mutual influence of equipment within a compartment. This applies both to switching devices intended to be separately operated and to those intended to be sequentially operated. The test is carried out in laboratory conditions.

The test arrangement shall follow the requirements of 7.3.2 of IEC 61992-1.

The test procedure provides the opening in turn of all switching devices in the main circuit.

Where switching devices are intended to be separately operated, then they are operated one after the other, i.e. from the larger to the smaller, with a maximum interval between successive openings of 2 s.

Where switching devices are intended to be operated in sequence, then this shall be reproduced in service within their own intended time scale.

The opening sequences shall be repeated 5 times. The time-interval between two successive opening sequences shall not exceed 7 s.

All switching devices shall be operated in such a way that they break their rated service current I_{Ne} at their rated service voltage U_{Ne} in a circuit having a circuit time-constant t_c of not less than 0,01 s.

Other switching devices shall break the rated service current or the maximum breaking current, whichever is lower.

All switching devices shall have satisfactorily passed the test if they still work correctly and withstand a voltage test as per 8.3.3.3 but with a voltage having a r.m.s. a.c. value equal to $I_{Ne} \times \sqrt{2}$.

All switching devices which have been separately type tested in conditions differing from the requirements of this subclause (i.e. in open air or in a larger compartment than required by the compartment of the assembly) shall have their electrical operation tests as type tests, performed again in this compartment of the assembly.

Annex A **(informative)**

Information required

A.1 General

With reference to Clause 7, this annex gives a summary of the information which may be used as guidance to fulfil Clause 7.

A.2 Procurement specification

The following items should be included, where applicable, within the procurement specification issued by the purchaser in order to provide the precise technical requirements for particular installations.

- a) Particulars of the system
 - 1) the system voltage;
 - 2) a comprehensive description of the traction system including voltages, overhead/third rail/fourth rail, earthing (including any bonding of the return to earth electrodes);
 - 3) a description of the transient and short term over-voltage that occur including frequency of occurrences, peak values and duration;
 - 4) system earth fault and short-circuit levels, including frequency of faults;
 - 5) description, quantities and rated characteristics of any surge arrestors fitted on the system.
- b) Service conditions
 - 1) service conditions differing from those defined as "normal" (see 4.1 of IEC 61992-1).
- c) Particulars of the installation and its components
 - 1) details of the buildings in which the equipment has to be accommodated;
 - 2) details of site requirements including site plans and national grid references;
 - 3) details of arrangements for transport and delivery to site including maximum packing dimensions and, where appropriate, nominated delivery points;
 - 4) details of requirements for work at site including anticipated working hours and arrangement for access, the supply of electrical energy, etc.
- d) Switchgear rating and tests
 - 1) the data mentioned in Clause 5 to be provided by the purchaser;
 - 2) the current rating of the enclosed busbars;
 - 3) short-time current withstand rating of the busbars;
 - 4) requirements for special tests.
- e) Switchboard configuration and characteristics
 - 1) single line diagram for the locations concerned identifying the equipment covered by the specification;
 - 2) list of the functional units to be provided and basic scheme of the assembly;
 - 3) particular features concerning Clause 6;
 - 4) IP degree required (see Table 1);
 - 5) special constructional requirements, for example:

- i) segregation of traction, auxiliary and control circuits,
 - ii) separate compartments for auxiliary and control equipment,
 - iii) safety interlocking,
 - iv) fixed/withdrawable switching devices and test positions,
 - v) entries for external connections;
- 6) special requirements for noise limits;
- 7) special earthing requirements.
- f) Connection details
 - 1) the details of the number and type of the cables/conductors to the rectifier/incomer terminals;
 - 2) number, type and size of return cables;
 - 3) number, type and size of outgoing track feeder cables to be connected to each track feeder terminal.
- g) Electrical protection requirements
 - 1) details on the protection scheme intended;
 - 2) detail of the types (including duties use and categories), numbers and locations of switching devices which the frame leakage system shall trip and details of the inputs to the frame leakage system from remote sites and rectifier equipment;
 - 3) requirements for SCADA ("Supervisory Control And Data Acquisition") interface;
 - 4) details of busbar alive and track alive indications if required;
 - 5) whether bus-section isolators are required;
 - 6) duties for auto-reclosing.
- h) Auxiliary supply details
 - 1) nominal voltage, together with maximum and minimum limits, maximum short circuit and frequency (where relevant) of all auxiliary supplies, including traction voltage, if applicable;
 - 2) rated characteristics of all auxiliary equipment including those on main switching devices;
 - 3) details of intertripping and emergency tripping and intertripping overriding facilities, if required;

A.3 Manufacturer's tender specification

The following information shall be given in the manufacturer's tender specification.

- a) Identification
 - 1) name of the manufacturer or trademark;
 - 2) type designation;
 - 3) reference to the National Standard corresponding to this standard, which the manufacturer declares compliance with;
 - 4) registration number of type test certificates.
- b) Characteristics
 - 1) confirmation of compliance with the purchaser's requirements and a list of any non-compliances;
 - 2) confirmation of suitability for use with special service conditions (if specified);
 - 3) rated voltages, including maximum operating limits, for main, auxiliary and control circuits;
 - 4) rated characteristics of the equipment;

- 5) rated insulation voltages and rated impulse voltages for the various parts of the assembly;
- 6) power required at rated voltage for control and auxiliary circuits;
- 7) guaranteed maximum temperature-rises at rated service current I_{Ne} and/or conventional enclosed thermal current I_{the} for the various parts of the assembly at the specified ambient;
- 8) noise levels produced by switching devices when breaking rated service current (6.15);
- 9) rated air pressure and pressure variation limits and air consumption (for devices with pneumatic control);
- 10) access and space requirements for external connections;
- 11) space requirements for operating and maintaining the switchgear, and for removing withdrawable items;
- 12) access required at rear;
- 13) estimated weights of the complete switchgear assembly and of the heaviest transport unit;
- 14) principles of the electric protection scheme envisaged;
- 15) principles of the safety related protections and interlocks.

NOTE The above characteristics are only used where they specifically apply to the application.

c) Documentation

When requested by the purchaser, the following documentation will be supplied:

- 1) general arrangement;
- 2) copy of type test certificates.

The language to be used for documentation shall be agreed between purchaser and manufacturer.

A.4 Information and data to be supplied by the manufacturer during the delivery stage

The following information and data should be supplied by the manufacturer by the delivery stage unless previously contained in catalogues or descriptions supplied at the tender stage.

a) Identification

- 1) manufacturing year and serial number;
- 2) identification of positive, negative and earth busbars and connections.

b) Characteristics

- 1) weights of the complete switchgear assembly and of the heaviest transport unit;
- 2) details of the electric protection scheme envisaged;
- 3) details of the safety related protections and interlocks;
- 4) continuous rating of each auxiliary contact for remote circuits;
- 5) minimum amperage of the fuse(s) (if any) for the auxiliary power supply;
- 6) detail of the equipment, if any, supplied loose for remote installation;
- 7) method of fixing the switchgear assembly to floor;
- 8) details of arrangements for manoeuvrability of functional unit trucks, if any;
- 9) ventilation requirements.

NOTE The above characteristics are only used where they specifically apply to the application.

c) Drawings

When requested by the purchaser, the following documentation should be supplied:

- 1) general arrangement and sectional elevations of switchgear assembly showing overall dimensions and space required for unit withdrawal, maximum shipping dimensions, shipping weight and estimated gross weights and shock loading for floors;
 - 2) circuit and schematic diagrams of all circuits;
 - 3) schematic diagram of the circuits arranged for testing purposes;
 - 4) identification of terminal strips;
 - 5) schematic arrangement of the equipment during test and maintenance;
 - 6) general arrangement of any floor irons and area to be left unscreened for the contractor to finish and loading details;
 - 7) installation, operation and maintenance manuals.
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	29
1 Domaine d'application	31
2 Références normatives	31
3 Termes et définitions	31
4 Exigences de fonctionnement en service	32
5 Caractéristiques des ensembles	32
6 Caractéristiques de construction	32
6.1 Généralités	32
6.2 Exigences d'isolation	33
6.3 Connexions primaires	33
6.4 Emplacements des connexions primaires	34
6.5 Mise à la terre	34
6.6 Niveau de protection et panne interne	35
6.7 Couvercles et portes	36
6.8 Fenêtres de contrôle	36
6.9 Ouvertures de ventilation	36
6.10 Cloisons et volets	36
6.11 Verrouillages	38
6.12 Echauffements	39
6.13 Rigidité diélectrique	39
6.14 Peinture et finition	39
6.15 Emission de bruit	39
6.16 Refroidissement et chauffage	39
6.17 Température de fonctionnement des matériels auxiliaires et de commande	40
6.18 Courant assigné de courte durée admissible du circuit principal et des jeux de barres	40
7 Informations et marquage	40
7.1 Informations	40
7.2 Marquage	40
8 Essais	41
8.1 Généralités	41
8.2 Liste des essais applicables	41
8.3 Réalisations des essais	42
Annexe A (informative) Information nécessaire	50
Figure 1 – Disposition d'essai pour le courant de courte durée admissible du jeu de barres	46
Figure 2 – Disposition d'essai pour l'échauffement des circuits principaux	48
Figure 3 – Disposition d'essai pour l'échauffement des jeux de barres	48
Tableau 1 – Degrés de protection	35
Tableau 2 – Liste des essais applicables	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPLICATIONS FERROVIAIRES –
INSTALLATIONS FIXES –
APPAREILLAGE À COURANT CONTINU –****Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu****AVANT-PROPOS**

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

Cette version consolidée de l'IEC 61992-6 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2006-02) [documents 9/891/FDIS et 9/913/RVD] et son amendement 1 (2014-04) [documents 9/1792/CDV et 9/1852/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

Cette publication a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

La Norme internationale IEC 61992-6 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

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

L'IEC 61992 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu*:

- Partie 1: Généralités
- Partie 2: Disjoncteurs en courant continu
- Partie 3: Interrupteurs-sectionneurs, sectionneurs et sectionneurs de terre à courant continu, pour l'intérieur
- Partie 4: Interrupteurs-sectionneurs, sectionneurs et sectionneurs de terre à courant continu, pour usage extérieur
- Partie 5: Parafoudres et limiteurs de tension pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu
- Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu
- Partie 7-1: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Guide d'application
- Partie 7-2: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Transducteurs de courant d'isolement et autres appareils de mesure du courant
- Partie 7-3: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Transducteurs de tension d'isolement et autres appareils de mesure de la tension

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES – APPAREILLAGE À COURANT CONTINU –

Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61992 couvre les ensembles d'appareillage à courant continu sous enveloppe métallique et non métallique utilisés en intérieur dans les systèmes d'installations fixes de traction, avec une tension nominale ne dépassant pas 3 000 V.

Les éléments individuels d'équipement intégrés dans un ensemble, comme par exemple des disjoncteurs, sont conçus, fabriqués et individuellement essayés (en simulant, si besoin, l'enveloppe) en accord avec les parties respectives de l'IEC 61992, ou le cas échéant, avec une autre norme applicable.

NOTE 1 Les exigences évoquées dans la présente partie de l'IEC 61992 concernent l'ensemble en tant que tel, son enveloppe et l'influence mutuelle du matériel installé dans ladite enveloppe.

NOTE 2 Les exigences de CEM sont traitées par la norme IEC 62236-5 et des exigences supplémentaires concernant la fiabilité (FDMS) se trouvent dans l'IEC 62278.

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).

EN 60243-1:1998, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 61992-1:2006 + **A1:2014**, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 1: Généralités*

IEC 61992-2:2006 + **A1:2014**, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 2: Disjoncteurs en courant continu*

IEC 61992-3:2006, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 3: Interrupteurs-sectionneurs, sectionneurs, et sectionneurs de terre à courant continu pour l'intérieur*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 61992-1 s'appliquent.

4 Exigences de fonctionnement en service

Les exigences de service normal concernant les installations intérieures sont détaillées à l'Article 4 et dans l'Annexe B de l'IEC 61992-1. Dans la présente norme, on considère comme conditions normales le degré de pollution PD4 et les catégories de surtension (voir l'IEC 61992-1, notes du Tableau 1) indiquées dans l'EN 50124-1.

5 Caractéristiques des ensembles

Les principales caractéristiques d'un ensemble doivent être indiquées dans les spécifications d'approvisionnement:

- a) type d'enveloppe de l'ensemble;
- b) liste des unités fonctionnelles sous enveloppe;
- c) tensions assignées d'isolement;
- d) valeurs assignées du matériel sous enveloppe selon les exigences des normes correspondantes;
- e) s'il est construit pour une protection contre un défaut à la terre;
- f) protection détaillée et exigences de commande (voir l'IEC 61992-7).

D'autres caractéristiques importantes sont énumérées à l'Article A.2.

6 Caractéristiques de construction

6.1 Généralités

Les enveloppes sont métalliques ou non métalliques. Les appareillages sous enveloppes non métalliques ne doivent pas être utilisés à des tensions assignées supérieures à 1,5 kV.

Toutes les exigences spécifiées ici s'appliquent également lors d'utilisation de matériaux conducteurs et isolants, à l'exception des distances d'isolement qui doivent être conçues et essayées comme il convient.

Une cellule maçonnée ne doit pas être considérée comme une enveloppe, en ce qui concerne cette norme.

Il est permis de considérer la surface du sol comme une partie d'une enveloppe. Les mesures à prendre pour obtenir le degré de protection fourni par des surfaces au sol doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Les murs d'une pièce ne doivent pas être considérés comme des parties d'une enveloppe.

Les ensembles d'appareillages et les enveloppes correspondantes doivent être conçus pour que les opérations d'entretien normal, de contrôle et de maintenance, la mise à la terre des câbles ou des jeux de barres raccordés, la localisation des défauts dans les câbles, les essais de tension sur des câbles raccordés ou d'autres appareils et l'élimination des charges électrostatiques, puissent être effectués sans difficulté et en toute sécurité.

Tous les matériaux utilisés doivent être de la qualité et de la classe la mieux adaptée à un fonctionnement dans les conditions spécifiées. Il faut porter une attention particulière à leur capacité de tenue à l'humidité et au feu. A moins que la Classe F0 du comportement en cas d'incendie ne soit admise (voir IEC 61992-1, Annexe B), les matériaux utilisés doivent être en métal ou auto-extinguibles, de telle sorte que le risque de propagation de l'incendie entre des armoires ou des compartiments soit minimum.

La sélection des matériaux et la construction de l'ensemble doivent être faites de telle sorte que la corrosion due aux conditions atmosphériques et électrolytiques soit minimisée.

Tous les dispositifs identiques, constituant un élément d'un ensemble pour une utilisation donnée et ayant les mêmes caractéristiques, doivent être interchangeables.

Les appareils de connexion débrochables ne doivent pas accepter une quelconque insertion dans des unités fonctionnelles du même ensemble d'appareillages ayant une fonction différente ou des caractéristiques assignées supérieures du courant.

On doit prévoir un espace suffisant à l'intérieur des compartiments pour l'arrivée des câbles et leurs connexions sans devoir transgresser leur rayon de courbure minimal.

Les parties amovibles des enveloppes de protection doivent être fermement reliées aux parties fixes comme spécifié en 6.7. Il ne doit pas se produire des séparations ou des desserrages accidentels du fait de l'exploitation du matériel.

Tous les appareils et raccordements doivent être fournis pour un fonctionnement sûr, la commande et la protection du matériel en question, que cela soit ou non explicitement mentionné. Le matériel doit être convenablement mis à la terre, isolé, blindé ou placé dans une enveloppe appropriée afin d'assurer sa protection et la sécurité des opérateurs et du personnel de maintenance.

Les circuits et contacts auxiliaires et de commande doivent être conformes aux exigences de 5.2 de l'IEC 61992-1.

Tous les éléments constitutifs présents dans l'enveloppe doivent satisfaire aux normes appropriées.

6.2 Exigences d'isolation

Les tensions d'essais et les distances d'isolement sont indiquées au Tableau 1 de l'IEC 61992-1. Les valeurs recommandées des lignes de fuite sont données à l'Annexe D de l'IEC 61992-1.

L'effet défavorable de l'ionisation (dû aux arcs) sur les distances d'isolement avec d'autres matériels de l'ensemble doit être pris en compte. Les distances d'isolement minimales entre la boîte de soufflage d'un appareil de connexion et les parties métalliques ou non (c'est-à-dire au dessus de la boîte de soufflage et sur les parois) doivent être conformes à celles données par le constructeur de l'appareil.

Le matériau isolant utilisé pour recouvrir partiellement ou entièrement une enveloppe métallique doit être solidement fixé à celle-ci.

Dans le cas d'unités débrochables, lorsqu'il faut accéder à l'intérieur de l'enveloppe au cours d'opérations de maintenance, les jeux de barres et tous les autres conducteurs doivent être séparés par une barrière. Les ouvertures à travers une telle barrière pour les connecteurs du circuit et des jeux de barres, etc., doivent être obturées et susceptibles d'être condamnées.

6.3 Connexions primaires

Il est permis d'équiper les unités fonctionnelles non débrochables de connexions fixes ou amovibles (boulonnées ou par griffes). Les unités fonctionnelles débrochables peuvent être équipées de connecteurs embrochables.

6.4 Emplacements des connexions primaires

En cas de montages non débrochables, les bornes des connexions primaires doivent être accessibles aux unités fonctionnelles comme dans des conditions de service normales.

6.5 Mise à la terre

NOTE Selon les exigences de mise à la terre du système à courant continu, «mise à la terre» signifie le raccordement soit à la terre de protection soit au circuit de retour.

6.5.1 Mise à la terre du circuit principal

Pour assurer la sécurité pendant la maintenance, tous les éléments du circuit principal nécessitant ou pourvu d'un accès, doivent pouvoir être mis à la terre à l'aide de moyens appropriés. Ceci ne s'applique pas aux éléments amovibles ou débrochables ni à ceux rendus accessibles après leur séparation de l'appareillage.

Toutefois, un élément débrochable ne doit pas être retiré de l'enveloppe à moins que, pour des raisons de sécurité, ses condensateurs n'aient été déchargés.

On doit mettre à la terre les disjoncteurs débrochables avant l'ouverture des volets et on doit fermer ceux-ci avant de déconnecter leur mise à la terre.

Les sectionneurs de mise à la terre doivent satisfaire à l'IEC 61992-3. L'exigence selon laquelle il doit être possible de connaître la position de fonctionnement du sectionneur de terre est satisfaite si l'une des conditions ci-dessous est remplie:

- la distance de sectionnement est visible;
- la position du sectionneur de mise à la terre est parfaitement visible et les positions correspondant à la connexion complète et à l'isolement total sont clairement identifiées;
- le sectionneur de mise à la terre est équipé d'un dispositif indicateur de position fiable.

6.5.2 Mise à la terre de l'enveloppe

L'acheteur doit indiquer dans l'appel d'offre la méthode de mise à la terre de l'enveloppe (par exemple, circuit de retour ou mise à la masse) conformément à 6.5.8 de l'IEC 61992-7-1.

Les parties métalliques des enveloppes, comme des bâtis, une structure et des éléments fixes, doivent être raccordées entre elles et à une borne de terre appropriée, placées dans une position accessible, permettant ainsi le raccordement sur le système principal de mise à la terre de l'installation. La borne de terre doit être correctement protégée contre la corrosion. Le symbole normalisé de mise à la terre doit être marqué de façon permanente et claire.

Un conducteur de mise à la terre doit être fourni de telle sorte que sa longueur totale dépasse celle de l'appareillage sous enveloppe métallique pour raccorder chaque borne de terre. La densité de courant du conducteur de terre, s'il est en cuivre, ne doit pas dépasser 200 A/mm^2 basé sur un défaut de terre spécifié de $10\,000 \text{ A}$ pendant 1 s ; donc, sa section transversale ne doit pas être inférieure à 50 mm^2 . Le conducteur de terre doit avoir pour extrémité une borne principale de terre marquée clairement et de façon permanente.

La continuité du système de mise à la masse doit être assurée en prenant en compte les sollicitations tant thermiques que mécaniques produites par l'importance et la durée du courant qu'il peut avoir à conduire.

L'acheteur doit indiquer dans la demande de renseignements si le système de mise à la terre doit différer de ce qui est mentionné ci-dessus.

L'acheteur doit indiquer dans la demande de renseignements le courant de défaut de terre maximal. La valeur normalisée de la durée est de 0,25 s à cause du temps de coupure typique du (des) disjoncteur(s) à redresseurs en courant alternatif. Si l'acheteur exige une durée plus longue, il doit le spécifier dans sa demande.

Les bornes et les raccordements doivent être dimensionnés de façon appropriée pour le courant de défaut de terre.

L'enveloppe de chaque unité fonctionnelle doit être raccordée à ce conducteur de terre. Tous les éléments métalliques compris dans une unité fonctionnelle et n'appartenant pas à un circuit principal, de commande ou auxiliaire, doivent également être raccordés au conducteur de terre soit directement soit via des parties de la structure métallique.

Dans ce dernier cas, il est permis d'effectuer, avec des éléments de construction normaux, la mise à la masse desdits éléments, comme les murs et les portes des compartiments, en assurant une continuité électrique adéquate et un dimensionnement convenable. Pour tout vissage ou fixation similaire utilisé pour la continuité de mise à la masse, les instructions de maintenance doivent énoncer les exigences d'entretien des surfaces et d'assurance de l'étanchéité.

Les parties métalliques de l'élément débrochable qui sont normalement mises à la terre dans la position de service, doivent également rester raccordées à la terre durant l'essai et déconnectées des emplacements et entre chaque position de service.

L'acheteur doit indiquer dans l'appel d'offre si le système de mise à la masse s'écarte d'une façon ou d'une autre des exigences énoncées dans ce paragraphe.

6.6 Niveau de protection et panne interne

6.6.1 Protection des personnes contre une approche des éléments sous tension ou un contact avec les éléments mobiles

Le degré de protection des appareillages recouverts de métal et des appareillages compartimentés doit être spécifié. S'il le faut, des degrés de protection différents pour les murs et les portes, les cloisons et les plafonds de l'enveloppe doivent être spécifiés. Pour les appareillages en cellule, il est uniquement nécessaire de spécifier le niveau de protection de l'enveloppe.

Le degré de protection empêchant tout contact d'individus avec les parties sous tension des circuits auxiliaires et avec tous les éléments mobiles (autres que les tiges à rotation équilibrée et liaisons mobiles) doit être indiqué selon la spécification du Tableau 1, extrait de l'IEC 60529.

Normalement, il n'y a pas de degré de protection fourni pour des infiltrations d'eau concernant les ensembles d'appareillages intérieurs.

Tableau 1 – Degrés de protection

Degré de protection	Protection contre l'approche des parties actives et le contact avec les éléments mobiles
IP20	Par des doigts ou tout objet similaire d'un diamètre supérieur à 12 mm
IP30	Par des outils, fils, etc. ayant un diamètre de section supérieure à 2,5 mm
IP40	Par des outils, fils, etc. ayant un diamètre de section supérieure à 1,0 mm
NOTE 1 Le premier numéral caractéristique indique le degré de protection fourni par l'enveloppe contre la pénétration de corps solides et l'approche des parties actives pour toutes les conditions données de l'enveloppe.	
NOTE 2 La protection contre les infiltrations d'eau est donnée par le second numéral.	

6.6.2 Arc interne

Il est permis de considérer que l'apparition exceptionnelle d'un arc interne semble être le résultat d'une défaillance d'un appareillage dans l'enveloppe provenant d'un défaut ou d'une condition de service inhabituelle ou encore d'un fonctionnement incorrect.

Des ouvertures de ventilation et des orifices de ventilation doivent être disposés de telle sorte que l'échappement de gaz ou de vapeurs sous pression ne présentent pas de danger pour l'opérateur.

6.7 Couvercles et portes

Les couvercles et les portes, en tant qu'éléments de l'enveloppe, doivent être métalliques si celle-ci est métallique. Une fois fermés, ils doivent procurer le degré de protection spécifié de l'enveloppe.

Les couvercles ou les portes ne doivent pas être en treillis métallique, en métal déployé ou similaire. Lorsque des ouvertures de ventilation et des orifices de ventilation sont incorporés dans le couvercle ou la porte, on se réfère à 6.9.

Il y a deux catégories de couvercles et portes reconnues pour accéder à des compartiments au potentiel du circuit principal:

- a) ceux qui n'ont pas besoin d'être ouverts pour des raisons normales de fonctionnement et de maintenance (couvercles fixes). Il doit être impossible de les ouvrir, les démonter ou les ôter sans utiliser des outils ou autres fournitures qu'il est permis à l'acheteur de réclamer;
- b) ceux qui ont besoin d'être ouverts pour des raisons normales de fonctionnement (protections ou portes amovibles). On ne doit pas avoir besoin d'outils pour les ouvrir ou les ôter. Ils doivent être fournis avec un système de verrouillage (par exemple la fourniture de cadenas), à moins que la sécurité des individus soit assurée par un dispositif de verrouillage approprié.

NOTE Il est recommandé, avec les appareillages recouverts de métal ou compartimentés, que les portes donnant accès aux parties actives puissent être ouvertes seulement quand la partie du circuit principal exposé dans le compartiment accessible n'est plus sous tension. Des dispositions similaires peuvent être également fournies.

6.8 Fenêtres de contrôle

Les fenêtres de contrôle doivent au moins fournir le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

Elles doivent être recouvertes par un feuillet transparent d'une rigidité mécanique comparable à celle de l'enveloppe.

L'isolation entre les parties actives du circuit principal et les fenêtres de contrôle doit résister aux tensions d'essais spécifiés dans le Tableau 1 de l'IEC 61992-1.

6.9 Ouvertures de ventilation

Les ouvertures de ventilation doivent être disposées ou blindées de telle sorte que l'on obtienne le même degré de protection spécifié pour l'enveloppe. De telles ouvertures peuvent être fabriquées en utilisant un treillis métallique ou un matériau similaire pourvu que leur rigidité mécanique soit appropriée.

6.10 Cloisons et volets

6.10.1 Généralités

Les cloisons et les volets doivent au moins procurer le degré de protection spécifié dans le Tableau 1.

Les cloisons et les volets faits en matériaux isolants doivent répondre aux exigences suivantes:

- a) l'isolation entre les parties actives du circuit principal et la surface accessible des cloisons et des volets isolants doit résister aux tensions d'essais spécifiées au Tableau 1 de l'IEC 61992-1;
- b) en excluant la rigidité mécanique, le matériau isolant doit résister à la tension d'essai spécifiée au point a); il faut appliquer la méthode d'essai appropriée donnée dans l'IEC 60243-1;
- c) si un courant de fuite atteint le côté accessible des cloisons et des volets isolants par un chemin en continu au-dessus des surfaces isolantes ou par un chemin interrompu uniquement par de petits entrefers, il ne doit pas être supérieur à 0,5 mA selon les conditions d'essai spécifiées (voir 8.3.3.1a)).

Les ouvertures dans l'enveloppe de l'ensemble d'appareillage de connexion et dans les cloisons d'appareillages recouverts de métal ou compartimentés, à travers lesquels s'engagent les contacts d'éléments amovibles dans des contacts fixes, doivent être fournies avec des volets automatiques dont le fonctionnement en service normal est correct pour garantir la protection des personnes quelles que soient les positions définies dans 3.3.24 à 3.3.27 de l'IEC 61992-1.

Si des exigences de maintenance impliquent qu'un ensemble de contacts fixes doit être accessible par des volets ouverts, tous les volets doivent être fournis équipés d'un système permettant de les verrouiller indépendamment en position fermée ou bien il doit être possible d'insérer un écran afin d'empêcher l'ensemble des contacts fixes actifs d'être accessibles.

Des conducteurs autres que les jeux de barres passant à travers des cloisons métalliques sont isolés par des traversées ou d'autres moyens équivalents et il est permis de garnir les ouvertures par des traversées isolées ou des volets exempts de parties métalliques.

6.10.2 Cloisons

Les cloisons d'appareillages recouverts de métal doivent être métalliques et mises à la terre.

Il est permis de fournir des cloisons non métalliques pour un appareillage compartimenté et en cellule, (sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur) de telle sorte qu'elles ne fassent pas partie de l'enveloppe avec l'élément amovible dans une position quelconque définie de 3.3.25 à 3.3.27 de l'IEC 61992-1. Si des cloisons s'intègrent à l'enveloppe avec une partie amovible dans une quelconque de ces positions, elles doivent être constituées d'un matériau identique à celui de l'enveloppe et fournir le degré de protection spécifié pour l'enveloppe. Les cloisons métalliques doivent être mises à la terre.

NOTE 1 Une cloison fait partie d'une enveloppe, si celle-ci est accessible dans une des positions définies de 3.3.25 à 3.3.27 de l'IEC 61992-1.

NOTE 2 S'il existe une porte et qu'elle peut être fermée dans les positions définies de 3.3.25 à 3.3.27 de l'IEC 61992-1, la cloison située derrière la porte est considérée comme ne faisant pas partie de l'enveloppe.

6.10.3 Volets

Les volets de tous les types d'ensembles d'appareillages peuvent être métalliques ou non métalliques.

Les volets faits avec un matériau isolant, ne doivent pas faire partie de l'enveloppe. Les volets métalliques doivent être mis à la terre et s'ils s'intègrent à l'enveloppe, ils doivent fournir le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

6.10.4 Distances de sectionnement

Les dispositifs garantissant la distance de sectionnement entre les conducteurs du circuit principal sont considérés comme étant des sectionneurs devant se conformer à l'IEC 61992-3, excepté pour les essais de manœuvres mécaniques (voir 8.3.5).

L'exigence signifiant qu'il doit être possible de connaître la position de fonctionnement du sectionneur est satisfaite si une des conditions suivantes est remplie:

- la distance de sectionnement est visible;
- la position de la partie débrochable, en relation avec la partie fixe, est clairement visible et les positions correspondant à un raccordement complet et à une isolation complète sont clairement identifiées;
- la position du sectionneur est indiquée par un dispositif indicateur fiable.

Tout élément amovible doit être attaché de telle sorte que ses contacts ne seront pas ouverts par mégarde du fait de forces apparaissant en cours de service, en particulier celles dues aux courts-circuits.

Les exigences sur les diélectriques établies en 6.2 doivent être observées.

6.11 Verrouillages

Les verrouillages établis entre différents élément constitutifs du matériel sont fournis pour des raisons de sécurité et pour en faciliter le fonctionnement. Les dispositions suivantes sont obligatoires pour des circuits principaux:

a) Appareillage avec parties amovibles

Le retrait ou l'engagement d'un disjoncteur, d'un interrupteur, d'un sectionneur ou d'un contacteur doit être impossible à moins qu'ils ne soient dans la position ouverte.

Le fonctionnement d'un disjoncteur, d'un interrupteur, d'un sectionneur ou d'un contacteur doit être impossible à moins qu'ils ne soient dans la position de service déconnectée, retirée, en essai ou mis à la terre.

Il doit être impossible de fermer le disjoncteur, l'interrupteur, le sectionneur ou le contacteur dans la position de service à moins qu'ils ne soient raccordés au circuit auxiliaire et de commande, ou qu'ils ne soient conçus pour s'ouvrir automatiquement sans avoir à utiliser un circuit auxiliaire et de commande.

b) Appareillage sans parties amovibles et fourni avec des sectionneurs

Des verrouillages doivent être fournis pour empêcher la manœuvre des sectionneurs dans des conditions autres que celles pour lesquelles ils sont prévus (voir IEC 61992-3). Le retrait ou l'engagement d'un sectionneur doit être impossible à moins que le disjoncteur, l'interrupteur ou le contacteur ne soient en position ouverte. Aucun verrouillage n'est requis, si tous les courants (y compris les courants de défaut) du circuit à fermer ou à couper sont dans les pouvoirs de coupure et de fermeture du sectionneur.

La manœuvre du disjoncteur, de l'interrupteur ou du contacteur doit être impossible à moins que le sectionneur associé ne soit en position fermée, ouverte ou de mise à la terre (si disponible).

La fourniture de verrouillages alternatifs doit être soumise à un accord entre l'acheteur et le fournisseur. Ce dernier doit donner toutes les informations nécessaires sur les caractéristiques et la fonction des verrouillages.

Les sectionneurs de terre ayant un pouvoir de fermeture en court-circuit inférieur au courant crête de court-circuit I_{ss} du circuit doivent être verrouillés avec les sectionneurs associés.

Les appareillages installés dans des circuits principaux dont le fonctionnement incorrect peut occasionner un dommage ou qui sont utilisés pour assurer des distances de sectionnement au

cours du travail de maintenance, doivent être fournis avec des dispositifs de verrouillage (par exemple la fourniture de cadenas).

NOTE Quelle que soit la pratique, il convient de donner la préférence aux verrouillages mécaniques.

6.12 Echauffements

Les échauffements maximaux sont détaillés à l'Article 6 de l'IEC 61992-1.

Ces échauffements ne doivent pas être dépassés pour une manœuvre au courant assigné de service et/ou au courant thermique conventionnel (I_{Ne} ou I_{the}) et en surcharge, conformément aux spécifications de l'acheteur pour des conditions de service normales, spécifiées dans l'Annexe B de l'IEC 61992-1. Les effets d'échauffement occasionnés par les unités fonctionnelles adjacentes et les radiateurs anti-condensation alimentés en permanence, ne doivent pas être négligés.

De plus, les circuits auxiliaires et de commande, tout comme les dispositifs auxiliaires, doivent conduire leur courant thermique conventionnel (pour des appareils de connexion) ou leur courant assigné de service (pour les autres matériels).

Des défauts directs peuvent provoquer des échauffements dépassant ceux mentionnées ci-dessus, mais ils ne doivent pas occasionner de dommages permanents ou de distorsions dans l'ensemble d'appareillages.

6.13 Rigidité diélectrique

La tenue mécanique et les distances de sectionnement du diélectrique doivent être conformes aux exigences spécifiées en 4.2 de l'IEC 61992-1.

Lorsqu'il n'est pas facile, lors d'essais diélectriques, de déconnecter le câble de l'ensemble d'appareillages, les parties restant raccordées au câble doivent pouvoir tenir les tensions d'essai spécifiées pour les câbles.

6.14 Peinture et finition

L'acier (autre qu'inoxydable) ainsi que les autres matériaux de l'enveloppe doivent être traités selon un type approuvé de protection contre la corrosion.

6.15 Emission de bruit

Le bruit émis par tout matériel doit être minimisé. Sur demande, le niveau d'émission de bruit, pendant la coupure du courant assigné en service normal I_{Ne} , doit être indiqué par le fournisseur.

La méthode de mesure est à indiquer.

6.16 Refroidissement et chauffage

Tous les matériels doivent être naturellement refroidis par air, sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur.

Des radiateurs soufflants, placés pour empêcher le dépôt de moisissures sur des éléments constitutifs internes doivent être fournis si l'acheteur en a spécifié la nécessité pour les conditions de service.

6.17 Température de fonctionnement des matériels auxiliaires et de commande

Les matériels auxiliaires et de commande, s'ils sont installés dans l'appareillage, doivent pouvoir fonctionner selon les caractéristiques de fonctionnement assignées, à la température ambiante locale enregistrée de leur enveloppe.

6.18 Courant assigné de courte durée admissible du circuit principal et des jeux de barres

Les jeux de barres doivent avoir des caractéristiques assignées de courant de courte durée admissible (I_{NCW}).

NOTE Le courant assigné I_{NCW} a la même valeur que le courant assigné I_{NSS} du disjoncteur de ligne pour une durée de 0,25 s.

Par un accord réciproque entre le fabricant et l'acheteur, il est permis de fournir un panneau de distribution de poste de sectionnement d'interconnexion ayant des caractéristiques assignées du jeu de barres I_{NCW} réduites, puisque le courant de défaut I_{CW} est normalement plus faible que dans une sous-station. Si un poste de sectionnement nécessite un renforcement pour devenir un poste de redressement, dans ce cas l'acheteur doit l'indiquer dans son appel d'offre et sa commande et doit définir I_{NCW} .

7 Informations et marquage

7.1 Informations

Les deux parties doivent échanger toutes les informations nécessaires afin de garantir que l'ensemble d'appareillages est compatible avec son utilisation prévue. Un résumé des informations est donné en Annexe A.

7.2 Marquage

Tous les étiquetages nécessaires doivent être marqués de façon indélébile et doivent être fournis pour des besoins de sécurité, d'identification, d'instruction et d'information. Les dispositifs de levage et la borne de terre doivent être marqués avec leurs symboles. Les indications suivantes doivent être placées sur l'enveloppe de l'ensemble, sur une ou plusieurs plaques signalétiques dans un emplacement visible et sur une structure non amovible:

- le nom du constructeur ou sa marque commerciale;
- la référence à cette partie de l'IEC 61992;
- désignation du type;
- la désignation et le numéro de série;
- année de fabrication;
- la tension assignée U_{Ne} des circuits principaux;
- les tensions assignées U_{Ne} des circuits auxiliaires et de commande;
- le courant assigné de service I_{Ne} du jeu de barres et des circuits principaux;
- le courant assigné de court-circuit I_{NSS} ;
- le courant assigné de courte durée admissible du jeu de barres I_{NCW} ;
- le courant assigné de défaut à la terre I_{NCWe} ;
- le degré de protection de l'enveloppe et des cloisons (si différent);
- la conformité aux conditions de service différentes de celles dites normales (voir l'Article 4 de l'IEC 61992-1, de préférence avec une étiquette distincte).

8 Essais

8.1 Généralités

Les exigences générales relatives aux essais sont données dans l'Article 7 de l'IEC 61992-1.

Les essais doivent être effectués tels qu'ils sont décrits dans les articles correspondants de cette norme et dans ceux applicables de l'IEC 61992-1. Pour des sujets de procédure non couverts dans une de ces normes, il est possible de faire référence à d'autres Normes IEC ou Normes européennes couvrant un matériel similaire.

Sauf indication contraire, les essais doivent être réalisés en utilisant les valeurs de service assignées pour le courant, la tension, la fréquence (le cas échéant), et la pression d'air (le cas échéant). Ceci s'applique à toutes les unités complètes (circuit principal, circuit de commande et circuit auxiliaire) en prenant les valeurs indiquées à l'Article 5.

Sauf spécification explicite contraire, les valeurs d'essai doivent se situer dans les tolérances indiquées au Tableau 6 de l'IEC 61992-1.

Pendant tous les essais, la température ambiante doit être mesurée et notée dans le compte rendu d'essai.

Les essais détaillés dans cette norme sont uniquement ceux vérifiant l'exactitude de la conception de l'ensemble d'appareillages en tant que tel, ainsi que la précision du montage et du câblage.

Chaque élément constitutif doit être essayé selon ses normes applicables avant montage conformément à la Norme applicable.

Lorsqu'un fabricant fournit à la fois le matériel interne et l'ensemble de l'appareillage, il est permis d'effectuer des essais combinés de matériel, afin d'essayer le matériel dans son compartiment final (ou dans un compartiment équivalent), évitant ainsi la répétition des essais.

8.2 Liste des essais applicables

Le Tableau 2 résume les essais applicables en fonction des exigences énoncées précédemment.

Tableau 2 – Liste des essais applicables

Description de l'essai	Nature de l'essai	Paragraphe
Vérification de la conformité aux plans de fabrication et aux caractéristiques de l'ensemble	Série	8.3.1
Fonctionnement	Série	8.3.2
Tenue diélectrique:	Type Série et type	8.3.3.2
- tenue au choc		8.3.3.3
- tension à fréquence industrielle		
Courant de courte durée admissible	Type	8.3.4.1
- circuits principaux	Type	8.3.4.2
- jeux de barres	Type	8.3.4.3
- circuits de mise à la terre		
Manœuvre mécanique	Type	8.3.5
Vérification du degré de protection	Type	8.3.6
Echauffement	Type	8.3.7
Manœuvre électrique	Type	8.3.8

8.3 Réalisations des essais

8.3.1 Vérification de la conformité aux plans de fabrication et aux caractéristiques de l'ensemble

8.3.1.1 Vérification de la conformité aux plans de fabrication

L'ensemble soumis aux essais doit être représentatif du type fabriqué et doit correspondre à toutes les particularités essentielles des plans de fabrication.

8.3.1.2 Mesure de la résistance des circuits principaux

Les mesures de la résistance des circuits principaux doivent être réalisées une fois l'ensemble à la température ambiante. Cette mesure doit confirmer la rigueur des opérations d'assemblage, par comparaison avec les valeurs de résistance enregistrées au cours d'essais sur des éléments constitutifs ou des ensembles similaires.

8.3.2 Essai de fonctionnement

Les essais de fonctionnement servent à garantir la conformité des conditions d'exploitation prescrites des appareils de connexion et des parties amovibles et le bon fonctionnement des verrouillages mécaniques.

Cet essai est effectué à la température ambiante du laboratoire, conformément à 7.3.1 de l'IEC 61992-1.

Les circuits auxiliaires et les circuits de commande seront fournis à leur tension assignée (si en parallèle) ou à un courant approprié (si en série).

Chaque appareil de connexion, partie amovible, verrouillage mécanique et séquence de manœuvres électrique ou mécanique doit être essayé avec cinq manœuvres ou cinq tentatives dans chaque direction. L'essai doit comprendre des vérifications visuelles.

L'acheteur peut demander de refaire ces essais sur le site après l'installation.

8.3.3 Essais diélectriques

8.3.3.1 Conditions d'essai

On doit se référer à 7.5 de l'IEC 61992-1.

Les valeurs d'essai doivent être celles spécifiées dans le Tableau 1 de l'IEC 61992-1.

L'enveloppe à soumettre aux essais doit être entièrement montée conformément aux conditions de service normal et pour des conditions ambiantes énoncées à l'Annexe B de l'IEC 61992-1.

Du fait de la grande variété des conceptions, il n'est pas réalisable de donner des indications spécifiques pour réaliser les essais sur le circuit principal, néanmoins, elles doivent en principe couvrir les essais suivants:

a) Entre le circuit principal et la terre

La tension d'essai spécifiée doit être appliquée en raccordant le conducteur positif du circuit principal à la borne haute-tension de l'alimentation d'essai. Le conducteur négatif du circuit principal et les circuits auxiliaires sont à raccorder au conducteur de terre ou au cadre et à la borne terre de l'alimentation d'essai. L'essai doit être répété en alimentant le conducteur négatif et en mettant le conducteur positif à la terre.

L'essai du diélectrique doit être conduit avec tous les appareils de connexion ouverts et toutes les parties amovibles dans leur position de service.

Les contacts des appareils de connexions doivent être montés en pont.

Concernant ces essais diélectriques, il est recommandé d'installer comme étant en service normal, les transducteurs de courant, tout déclencheur direct à maximum de courant ou indicateur de surintensité et les boîtes à bornes des câbles (placés, si nécessaire, dans différentes configurations s'il y a un doute sur la situation la plus défavorable).

L'attention doit être portée sur le fait que les transducteurs (ou éventuellement les transformateurs en courant alternatif), les parafoudres, les fusibles et les équipements électroniques peuvent ne pas convenir à la tension d'essai appliquée aux bornes du compartiment ou de l'ensemble, et qu'ils doivent être le cas échéant déconnectés, mis à la terre, court-circuités, avant l'essai et essayés séparément.

Par ailleurs, si le matériel est raccordé au circuit de retour ou à la terre, ce raccordement doit être retiré avant l'essai au niveau d'isolement assigné de l'appareillage.

Les fenêtres de contrôle, les cloisons et les volets en matériau isolant doivent être recouverts, sur le côté accessible, pendant le fonctionnement et la maintenance, dans la situation la plus défavorable pour l'essai, au moyen d'une feuille métallique circulaire ou carrée d'une surface suffisante sans toutefois dépasser 0,01 m², laquelle doit être reliée à la terre. En cas de doute sur la situation la plus défavorable, l'essai doit être répété dans différentes situations. Pour des commodités de l'essai, sujettes à un accord entre l'acheteur et le fournisseur, il est permis d'appliquer simultanément plusieurs feuilles de métal ou de recouvrir des parties plus grandes du matériau isolant.

b) Distance de sectionnement

Chaque distance de sectionnement du circuit principal doit être soumise aux essais en utilisant les tensions d'essai spécifiées dans le Tableau 1 de l'IEC 61992-1 et satisfaire aux exigences de 6.2. La distance de sectionnement représente entre autres, la distance séparant deux éléments du circuit principal prévus pour être raccordés par une partie amovible ou débrochable.

Si, dans la position déconnectée, un volet métallique mis à la terre est interposé entre des contacts inoccupés pour assurer une séparation, l'intervalle entre le volet métallique mis à la terre et les parties actives doit uniquement supporter les tensions d'essais requises pour la mise à la terre.

Si, dans la position déconnectée et dans la position d'essai, lorsqu'elle est disponible, il n'y a aucun volet métallique ni cloison entre la partie fixe et la partie débrochable, on doit appliquer les tensions d'essai spécifiées pour la distance de sectionnement:

- entre les contacts de sectionnement fixes et mobiles destinés à se lier, et
- entre le contact de sectionnement fixe côté jeu de barre et le contact de sectionnement fixe côté circuit. La distance de sectionnement directe entre des contacts de sectionnement fixes et la distance de sectionnement établie via l'élément fermé de commutation débrochable doivent être soumises aux essais.

Si l'acheteur l'a spécifié, les caractéristiques de fonctionnement admissibles entre le côté jeu de barres et le côté circuit doivent être soumises aux essais en utilisant des tensions d'essai spécifiées pour la distance de sectionnement d'un disjoncteur débrochable en position de service et ouvert.

8.3.3.2 Essai à la tension de tenue au choc

Cet essai de type est applicable aux circuits des ensembles d'appareillages ayant une tension d'isolement assignée dépassant 2 500 V.

L'appareillage doit être soumis aux essais aux ondes de choc conformément à 7.5.1 de l'IEC 61992-1. Trois impulsions positives et trois impulsions négatives doivent être appliquées et il ne doit pas y avoir d'amorçage. A la fin de l'essai, un essai de tenue en tension à fréquence industrielle doit être réalisé conformément aux exigences de 8.3.3.3.

Il est permis de remplacer les transducteurs de tension, les transformateurs, les fusibles, etc. (voir le 8.3.3.1 a)) par des répliques reproduisant la configuration du champ des connexions haute-tension.

Les dispositifs de protection contre les surtensions doivent être déconnectés ou retirés. Les secondaires des transducteurs de courant doivent être court-circuités et mis à la terre.

Pendant les essais de chocs de tension, la borne de terre du générateur de chocs doit être raccordée à la terre et aux enveloppes métalliques, s'il y en a. Sauf durant les essais conformément à 8.3.3.1 b), il faut raccorder à la terre et à l'enveloppe métallique le point médian ou un autre point intermédiaire de la source de tension de telle sorte que la tension apparaissant entre n'importe laquelle des parties sous tension et l'enveloppe ne dépasse pas la tension d'essai spécifiée en 8.3.3.1 a).

8.3.3.3 Essai de tenue à la fréquence industrielle du circuit principal et des circuits auxiliaires

Cet essai est un essai individuel de série, à effectuer conformément à 7.5.2 de l'IEC 61992-1. Il fait également partie de l'essai de type à l'onde de choc de 8.3.3.2. L'essai consiste à appliquer aux bornes de chaque section du circuit la tension d'essai à fréquence industrielle relative au niveau d'isolation assigné pour la section de circuit concernée; toutes les autres sections étant mises à la terre.

L'essai doit être effectué avec le matériel débrochable en position raccordée, et répété en position de sectionnement.

Comme indiqué en 8.3.3.1 a), les sections de circuit doivent être séparées, et le matériel électronique, les transducteurs et transformateurs (le cas échéant) doivent être déconnectés ou court-circuités.

NOTE Le terme «section de circuit» est défini en 1.3.1.3 de l'EN 50124-1.

La tension d'essai doit être atteinte en 5 s, en partant de 0 V jusqu'au niveau spécifié, et maintenue pendant 60 s.

L'appareillage doit être considéré comme ayant satisfait à l'essai, s'il n'apparaît pas de décharge disruptive.

8.3.4 Essais au courant de courte durée admissible

8.3.4.1 Essais sur des circuits principaux

Les circuits principaux sont uniquement soumis aux essais pour cette condition lorsqu'ils sont insérés avec des appareils de connexion qui ont également des caractéristiques assignées de courant de courte durée. C'est le cas des sectionneurs et de tous les dispositifs de retour de courant. Voir 3.2.7 de l'IEC 61992-1.

Les circuits principaux doivent être essayés pour vérifier leur aptitude à transiter le courant assigné de courte durée admissible et sa valeur crête dans les conditions prévues d'installation et d'utilisation; par exemple, ils doivent être essayés tels qu'ils sont installés dans l'appareillage avec tous les éléments constitutifs associés ayant une influence sur les caractéristiques de fonctionnement ou modifiant le courant de court-circuit.

Concernant ces essais, les courtes connexions aux transducteurs ne sont pas considérées comme faisant partie du circuit principal.

Il est permis d'essayer des connexions courtes et directes ayant un courant de court-circuit élevé et des dispositifs de limitation de courant avec un courant de court-circuit réduit.

Il n'y a pas besoin d'essayer les circuits contenant des dispositifs de limitation du courant ou des disjoncteurs employant des dispositifs de déclenchement bidirectionnel couplés en série. Toutefois, les circuits comprenant des disjoncteurs unidirectionnels doivent être soumis aux essais avec une direction de courant telle qu'il ne se produise pas de déclenchement.

Le courant I_{NCW} du circuit principal n'a pas besoin d'avoir la même valeur que celle du jeu de barres, mais doit au moins être la proportion du courant de court-circuit vue en service. Puisque cet essai s'applique d'une façon générale uniquement aux circuits d'entrées/redresseur, les exigences sont énoncées en 5.3.4.2, Tableau-2 3 de l'IEC 61992-2.

La configuration des dispositions d'essai doit être consignée dans le rapport d'essai et doit suivre les règles dictées en 8.3.9 de l'IEC 61992-2.

L'essai est considéré comme satisfaisant s'il n'y a pas eu de déformations permanentes ou de dommages subis par les circuits principaux, les éléments constitutifs ou l'enveloppe.

8.3.4.2 Essais du jeu de barres

Les jeux de barres principaux doivent être soumis aux essais à la valeur assignée I_{NCW} des jeux de barres. Cette caractéristique peut être différente de celle assignée aux connexions du circuit principal.

La configuration des dispositions d'essai doit être consignée dans le rapport d'essai et doit suivre les règles dictées en 8.3.9 de l'IEC 61992-2.

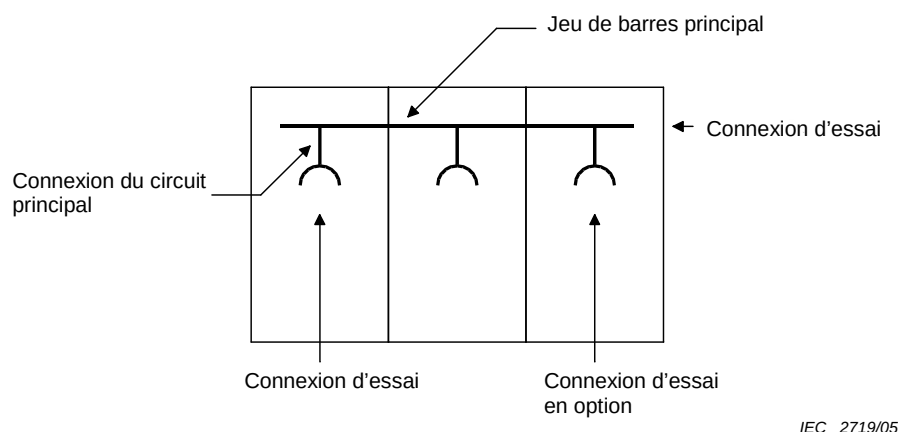
Les jeux de barres doivent être essayés pour vérifier leur aptitude à transiter le courant assigné de courte durée admissible et sa valeur crête dans les conditions prévues d'installation et d'utilisation; c'est-à-dire, ils doivent être essayés tels qu'ils sont installés dans l'appareillage avec tous les éléments constitutifs associés ayant une influence sur les caractéristiques de fonctionnement.

La disposition d'essai est présentée à la Figure 1 et doit comprendre les jeux de barres d'au moins trois sections de l'appareillage, en y incluant au moins un raccordement au circuit principal (dérivation). Sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur, la dimension du conducteur de raccordement au circuit principal doit être celle de la section minimale qui a les mêmes caractéristiques assignées I_{NCW} .

Une connexion d'essai au circuit principal doit être réalisée par l'intermédiaire du côté déconnecté du jeu de barres et à une extrémité du jeu de barres. L'autre connexion d'essai au jeu de barres doit être réalisée à l'extrémité opposée du jeu de barres ou, au choix du fabricant, la connexion au circuit principal doit être réalisée par l'intermédiaire du côté déconnecté du jeu de barres à l'extrémité de la barre collectrice.

Si éventuellement le jeu de barres a la même caractéristique assignée I_{NCW} que celle du circuit principal, un essai combiné avec celui qui est décrit en 8.3.4.1 est admis.

La procédure d'essai et les critères d'acceptation sont ceux de 8.3.4.1.



IEC 2719/05

Figure 1 – Disposition d'essai pour le courant de courte durée admissible du jeu de barres

8.3.4.3 Essais des circuits de terre

Les conducteurs, les connexions et les dispositifs de mise à la terre d'un appareillage doivent être essayés pour vérifier leurs capacités à résister au courant assigné de défaut à la terre I_{Ncwe} pendant le temps spécifié en condition de retour et/ou de mise à la terre du système; c'est-à-dire, ils doivent être essayés, tels qu'ils sont installés dans l'appareillage, avec tous les éléments constitutifs associés exerçant une influence sur les caractéristiques de fonctionnement ou modifiant le courant de court-circuit. Sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur, la valeur minimale du courant (permanent) de défaut à la terre doit être 10 kA.

L'essai de courant assigné de défaut à la terre doit être effectué en courant continu.

Cet essai s'applique uniquement lorsque des dispositifs de mise à la terre sont employés pour raccorder les conducteurs principaux à la terre du panneau de distribution. Le courant assigné de défaut à la terre est attribué selon cette base. L'acheteur doit attribuer ces caractéristiques assignées selon le chemin de retour associé avec le circuit de terre. Sans quoi, celles-ci sont sujettes à un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Lorsque les dispositifs de mise à la terre sont eux-mêmes des parties amovibles, dans ce cas, les connexions de terre entre la partie fixe et la partie amovible doivent être essayées dans des conditions de défaut à la terre. Le courant de défaut à la terre doit s'écouler entre les conducteurs de terre et le cadre de la partie amovible.

Après l'essai, certaines déformations et dégradations du conducteur de terre (mais pas du conducteur de retour), et des connexions ou des dispositifs de mise à la terre sont admises, toutefois la continuité du circuit doit être préservée.

8.3.5 Vérification du fonctionnement mécanique

8.3.5.1 Appareils de connexion et parties amovibles

Les appareils de connexions doivent répondre parfaitement aux essais spécifiés dans l'IEC 61992-2 ou dans l'IEC 61992-3 avant d'être installés. A titre d'essai de type, les appareils de connexion, lorsqu'installés dans l'appareillage, doivent être manœuvrés 50 fois avec le circuit principal hors tension. Les parties amovibles doivent être insérées 25 fois et retirées 25 fois afin de vérifier un fonctionnement satisfaisant de l'appareil.

8.3.5.2 Verrouillages

Les verrouillages doivent être disposés dans la position prévue pour empêcher la manœuvre des appareils de connexion et l'insertion ou l'extraction des parties amovibles. 50 tentatives doivent être menées pour actionner les appareils de connexion et 25 tentatives doivent être faites pour insérer des éléments amovibles et 25 autres pour les retirer. Durant ces essais, on doit utiliser seulement des forces normales pour les manœuvres et aucun ajustement ne doit être fait sur les appareils de connexion, les parties amovibles ou les verrouillages.

Les verrouillages sont considérés comme satisfaisants, si:

- a) les appareils de connexion ne peuvent pas être manœuvrés;
- b) l'insertion et l'extraction de parties amovibles sont empêchées;
- c) les appareils de connexion, les éléments amovibles et les verrouillages sont en parfait état de fonctionnement et que l'effort de manœuvre est pratiquement le même avant et après les essais.

8.3.6 Vérification du degré de protection

Les essais de vérification de la protection indiquée par le premier numéral doivent être effectués conformément aux exigences spécifiées dans l'Article 12 de l'IEC 60529 concernant la protection contre des accès à des éléments dangereux. Les exigences générales pour les essais doivent se conformer à l'Article 11 de l'IEC 60529.

8.3.7 Essais d'échauffement

Les échauffements des différents éléments constitutifs doivent prendre en référence la température ambiante et ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées dans l'Article 6 de l'IEC 61992-1.

NOTE Du fait de l'échauffement réciproque des appareillages contigus, il est permis que la température ambiante locale de l'air dans le matériel s'écarte de la température ambiante de référence, relevée à l'extérieur de l'enveloppe.

Quand la conception de l'appareillage prévoit des éléments constitutifs ou des dispositions de substitutions, l'essai de l'appareillage doit être effectué avec les éléments constitutifs ou dispositions répondant aux conditions les plus sévères.

8.3.7.1 Température ambiante

La température prise en référence de l'air ambiant, telle qu'elle est définie en 3.2.26 de l'IEC 61992-1, est la température moyenne de l'air à l'extérieur de l'enveloppe. Elle doit être mesurée au cours du dernier quart de la période d'essai et en utilisant au moins trois dispositifs de mesure de température régulièrement répartis autour de l'ensemble, à mi-hauteur et à une distance de 1 m de l'enveloppe. Les dispositifs doivent être protégés des courants d'air extérieurs et des sources de chauffage et de refroidissement.

8.3.7.2 Essai d'échauffement des circuits principaux et des jeux de barres

L'essai doit être effectué conformément à 7.4 de l'IEC 61992-1.

Les dimensions des conducteurs d'essai et la configuration des dispositions d'essai doivent être consignées dans le rapport d'essai et doivent suivre les règles édictées en 7.4 de l'IEC 61992-1.

Il est permis d'établir une disposition des essais d'échauffement pour des circuits principaux sur une section simple de l'appareillage comme le représente la Figure 2. Le circuit principal doit transiter son courant assigné de service I_{Ne} et/ou son courant thermique conventionnel I_{the} (sur accord).

La disposition pour les essais d'échauffement des jeux de barres est présentée dans la Figure 3 et doit comprendre les jeux de barres d'au moins trois sections de l'appareillage. Chaque section de l'appareillage doit contenir son raccordement au circuit principal qui doit être conforme à la caractéristique assignée de courant minimum normal pour la gamme des équipements associés si elle ne transite pas le courant d'essai. Les jeux de barres doivent transiter son courant assigné de service I_{Ne} et/ou son courant thermique conventionnel I_{the} (sur accord).

Les connexions d'essai aux extrémités du jeu de barres doivent être réalisées par l'intermédiaire des extrémités déconnectées du jeu de barre, sinon Les connexions d'essai à l'une ou aux deux connexions du circuit principal doivent être réalisées dans les sections extrêmes de l'appareillage. Les connexions doivent avoir des caractéristiques assignées de conduction pas plus grandes que celles des jeux de barres.

Il est permis au fabricant de combiner les essais du circuit principal et des jeux de barres, lorsque les jeux de barres et le circuit principal ont les mêmes caractéristiques assignées de courant.

Les résultats de l'essai d'échauffement du circuit principal sont ceux mesurés sur cette section du circuit principal et les résultats de l'essai d'échauffement des jeux de barres sont ceux mesurés sur la section centrale des jeux de barres de l'appareillage.

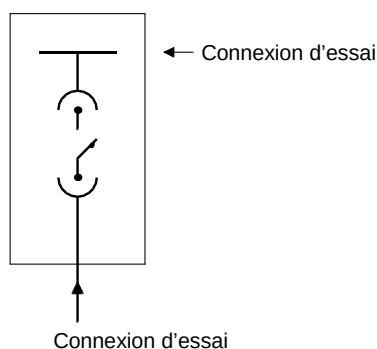


Figure 2 – Disposition d'essai pour l'échauffement des circuits principaux

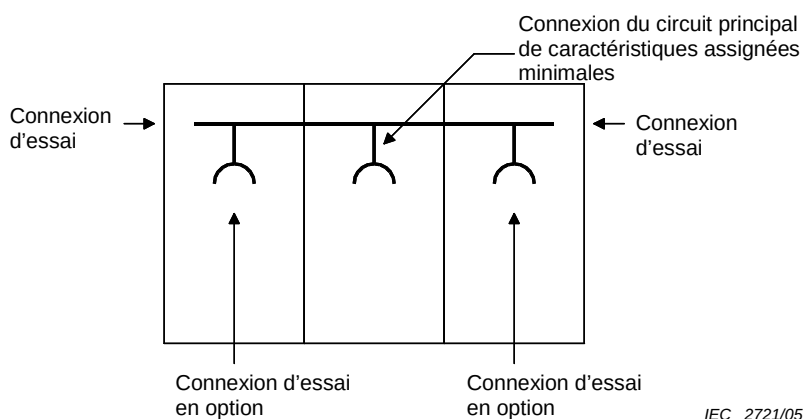


Figure 3 – Disposition d'essai pour l'échauffement des jeux de barres

Il est nécessaire de prendre soin de minimiser les erreurs d'indication résultant de gradients élevés de température.

Lors de l'essai des unités fonctionnelles individuelles, il convient que les unités environnantes conduisent les courants produisant les pertes correspondant aux conditions assignées. Si l'essai ne peut pas être effectué en conditions réelles, il est admis de simuler des conditions équivalentes en utilisant des dispositifs de chauffage ou d'isolation thermique.

8.3.7.3 Essai d'échauffement des circuits des matériels auxiliaires et de commande

Quand, au cours de l'essai de 8.3.7.2, il est peu pratique de charger en même temps tous les circuits auxiliaires et de commande, on doit mesurer et enregistrer les températures locales maximales de tous les compartiments et emplacements où se trouvent des circuits auxiliaires et de commande. L'essai doit être considéré comme satisfaisant si les températures ambiantes locales maximales sont comprises dans la plage de conception des températures ambiantes des matériels auxiliaires et de commande.

Concernant un fonctionnement par intermittence des circuits et des éléments constitutifs, les exigences de 7.4.4 de l'IEC 61992-1 doivent s'appliquer.

8.3.8 Essai de manœuvre électrique

Cet essai de type s'applique lorsque plusieurs appareils de connexion principaux et auxiliaires sont montés dans un seul compartiment afin d'évaluer les influences réciproques des matériels dans un compartiment. Ceci s'applique à la fois pour les appareils de connexion prévus pour fonctionner séparément et pour ceux prévus pour fonctionner en séquence. L'essai est effectué dans des conditions de laboratoire.

La disposition d'essai doit suivre les exigences de 7.3.2 de l'IEC 61992-1.

La procédure d'essai provoque l'ouverture à tour de rôle de tous les appareils de connexion du circuit principal.

Si les appareils de connexion sont prévus pour fonctionner séparément, dans ce cas, ils sont actionnés l'un après l'autre, c'est-à-dire depuis le plus grand vers le plus petit, avec un intervalle maximal de 2 s entre des ouvertures successives.

Si les appareils de connexion sont prévus pour fonctionner en séquence, dans ce cas, celle-ci doit être reproduite en service avec leur propre échelle de temps prévue.

La séquence d'ouverture doit être répétée 5 fois. L'intervalle de temps entre deux séquences d'ouverture successives ne doit pas dépasser 7 s.

Tous les appareils de connexion doivent fonctionner de telle sorte qu'ils coupent le courant assigné de service I_{Ne} à leur tension assignée de service U_{Ne} dans un circuit dont la constante de temps t_c n'est pas inférieure à 0,01 s.

Les autres appareils de connexion doivent couper le plus faible courant, soit le courant assigné de service, soit le courant coupé maximal.

Tous les appareils de connexion doivent avoir passé l'essai avec satisfaction, s'ils continuent à fonctionner correctement et s'ils résistent à un essai de tension comme celui de 8.3.3.3 mais avec une tension alternative efficace égale à $I_{Ne} \times \sqrt{2}$.

Tous les appareils de connexion qui ont été soumis aux essais séparément en essai de type dans des conditions différant des exigences de ce paragraphe (par exemple, en plein air ou dans un compartiment plus grand que celui requis par le compartiment de l'ensemble) doivent avoir leurs essais de manœuvres électriques effectués de nouveau dans ce compartiment de l'ensemble.

Annexe A **(informative)**

Information nécessaire

A.1 Généralités

La présente annexe récapitule les informations qui peuvent être utilisées comme recommandations pour répondre à l'Article 7.

A.2 Spécification de l'approvisionnement

Lorsque cela s'applique, il convient que l'acheteur mentionne les points ci-dessous dans le cahier des charges afin de donner des exigences techniques précises pour les installations particulières.

- a) Particularités du système
 - 1) la tension du système;
 - 2) une description complète du système de traction comprenant les tensions, ligne aérienne/troisième rail/quatrième rail, la mise à la terre (y compris toute liaison de retour aux prises de terre);
 - 3) une description des surtensions transitoires et de courte durée qui apparaissent en y incluant les fréquences, les valeurs crêtes et la durée;
 - 4) niveaux de défaut à la terre et de courts-circuits du système, y compris la fréquence des pannes;
 - 5) description, nombre et caractéristiques assignées des parafoudres rapportés au système.
- b) Conditions de service
 - 1) conditions de service différant de celles définies comme «normales» (voir 4.1 de l'IEC 61992-1).
- c) Particularités de l'installation et de ses élément constitutifs
 - 1) détails des édifices dans lesquels les matériels sont à loger;
 - 2) exigences détaillées du site d'implantation, en y incluant les plans du site et les références du cadastre;
 - 3) dispositions pour le transport et la livraison sur le site en y incluant les dimensions maximales de l'emballage et si besoin les points de livraisons désignés;
 - 4) exigences détaillées pour le travail sur site en y incluant les heures de travail anticipées et les modalités d'accès, l'alimentation électrique, etc.
- d) Caractéristiques assignées et essais de l'appareillage
 - 1) les données mentionnées dans l'Article 5 à fournir par l'acheteur;
 - 2) les caractéristiques assignées du courant du jeu de barres sous enveloppe;
 - 3) les caractéristiques assignées du courant de courte durée admissible du jeu de barres;
 - 4) les exigences des essais spéciaux.
- e) Configuration et caractéristiques du panneau de distribution
 - 1) schéma à simple trait établissant les emplacements avec identification du matériel couvert par la spécification;
 - 2) liste des unités fonctionnelles à fournir et schéma de base de l'ensemble;

- 3) caractéristiques particulières concernant l'Article 6;
 - 4) degré IP requis (voir Tableau 1);
 - 5) exigences particulières de construction, par exemple:
 - i) séparation des circuits de traction, auxiliaires et de commande,
 - ii) compartiments séparés pour le matériel auxiliaire et de commande,
 - iii) le verrouillage de sécurité,
 - iv) appareils de connexion fixes/débrochables et positions d'essai,
 - v) entrées des connexions externes;
 - 6) exigences particulières pour limiter le bruit;
 - 7) exigences particulières de mise à la terre.
- f) Détails des connexions
- 1) les détails sur le nombre et le type de câbles/conducteurs aux bornes du redresseur/d'arrivée;
 - 2) nombre, type et taille des câbles de retour;
 - 3) nombre, type et taille des câbles d'alimentation de voie de départ à raccorder à chaque borne d'alimentation de voie.
- g) Exigence de protection électrique
- 1) schéma détaillé des protections prévues;
 - 2) types (y compris utilisations et catégories), nombre et emplacements détaillés des appareils de connexion que le système de court-circuit au châssis doit déclencher et particularités détaillées des entrées vers le système de court-circuit au châssis depuis des sites distants et du matériel redresseur;
 - 3) exigences pour l'interface au SCADA («Supervisory Control And Data Acquisition»);
 - 4) détails du jeu de barres sous tension et indication de la voie sous tension, si besoin;
 - 5) si des isolateurs de section de bus sont requis;
 - 6) fonctions de refermeture automatique.
- h) Détails de l'alimentation auxiliaire
- 1) tension nominale, comprise dans les limites maximale et minimale, court-circuit maximal et fréquence (si significative) de toutes les alimentations auxiliaires, en y incluant le cas échéant, la tension de traction;
 - 2) caractéristiques assignées pour tout matériel auxiliaire y compris ceux des appareils de connexion principaux;
 - 3) détails de télé-déclenchement, déclenchement d'urgence, et forçage de télé-déclenchement, le cas échéant.

A.3 Spécifications de l'offre du fabricant

Les informations suivantes doivent être fournies dans les spécifications de l'offre du fabricant:

- a) Identification
- 1) le nom du constructeur ou sa marque commerciale;
 - 2) désignation du type;
 - 3) référence à la Norme nationale correspondant à cette norme, par rapport à laquelle le fabricant déclare la conformité;
 - 4) numéro d'enregistrement des certificats des essais de type.
- b) Caractéristiques
- 1) confirmation de la conformité avec les exigences de l'acheteur et liste de tout ce qui est non conforme;

- 2) confirmation de l'aptitude d'utilisation dans des conditions de service particulières (si spécifié);
- 3) tensions assignées, en y incluant les limites maximales de fonctionnement, des circuits principaux, auxiliaires et de commande;
- 4) caractéristiques assignées du matériel;
- 5) tensions assignées d'isolement et tensions assignées au choc des différentes parties de l'ensemble;
- 6) puissance requise à la tension assignée des circuits de commande et auxiliaire;
- 7) échauffements maximaux garantis au courant assigné de service I_{Ne} et /ou courant thermique conventionnel I_{the} des différentes parties de l'ensemble à la température ambiante spécifiée;
- 8) niveau de bruit produit par les appareils de connexion lors de la coupure du courant assigné de service normal (6.15);
- 9) pression assignée de l'air et limites des variations de pression ainsi que la consommation d'air (pour les appareils à commande pneumatique);
- 10) exigences d'accès et d'espace des connexions externes;
- 11) exigence d'espace pour le fonctionnement et la maintenance de l'appareillage, et pour retirer les éléments débrochables;
- 12) accès nécessaire par l'arrière;
- 13) masses estimées de l'ensemble complet d'appareillages et de l'unité de transport la plus lourde;
- 14) principes du schéma envisagé pour la protection électrique;
- 15) principes de sécurité des protections connexes et des verrouillages.

NOTE Les caractéristiques ci-dessus ne sont utilisées que si elles s'appliquent de manière spécifique à l'application.

c) Documentation

Les documents suivants seront fournis à la demande de l'acheteur:

- 1) disposition générale;
- 2) copie des certificats des essais de type.

L'acheteur et le fabricant doivent s'accorder sur la langue à utiliser pour la documentation.

A.4 Informations et données que le fabricant doit fournir à la livraison

Il convient que le fabricant fournisse les informations et données suivantes au moment de la livraison, à moins que celles-ci ne soient déjà dans des catalogues ou que les descriptions n'aient été fournies lors de la constitution de l'offre.

a) Identification

- 1) année de fabrication et numéro de série;
- 2) identification des connexions et des jeux de barres positifs, négatifs et de terre.

b) Caractéristiques

- 1) masses de l'ensemble complet d'appareillages et de l'unité de transport la plus lourde;
- 2) détails du schéma envisagé pour la protection électrique;
- 3) détails de la sécurité des protections connexes et des verrouillages;
- 4) caractéristiques assignées en régime continu de chaque contact auxiliaire des circuits distants;
- 5) ampérage minimal du ou des fusibles (s'il y a lieu) de l'alimentation auxiliaire;

- 6) détail du matériel, s'il y a lieu, fourni en vrac pour une installation distante;
- 7) méthode de fixation au sol de l'ensemble d'appareillages;
- 8) détails des dispositions de maniabilité des chariots de manutention des unités fonctionnelles, s'il y a lieu;
- 9) exigences de ventilation.

NOTE Les caractéristiques ci-dessus ne sont utilisées que si elles s'appliquent de manière spécifique à l'application.

c) Dessins

Il convient que la documentation suivante soit fournie à la demande de l'acheteur:

- 1) disposition générale et élévation en coupe de l'ensemble d'appareillages montrant les dimensions hors tout et l'espace nécessaire aux unités débrochables, les dimensions maximales à l'expédition, le poids net et l'estimation des poids bruts ainsi que la résistance aux chocs des sols;
 - 2) circuit et diagrammes schématiques de tous les circuits;
 - 3) diagramme schématique de tous les circuits arrangés pour le besoin des essais;
 - 4) identification des borniers;
 - 5) disposition schématique du matériel au cours d'essais et pour la maintenance;
 - 6) disposition générale de tout plancher métallique ou zone à laisser non blindée pour le maître d'œuvre en vue de la finition et détails de chargement;
 - 7) manuels d'installation, d'utilisation et d'entretien.
-

FINAL VERSION

VERSION FINALE

**Railway applications – Fixed installations – DC switchgear –
Part 6: DC switchgear assemblies**

**Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu –
Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references.....	5
3 Terms and definitions	5
4 Service requirements	5
5 Characteristics of the assemblies.....	6
6 Construction characteristics	6
6.1 General	6
6.2 Insulation requirements	7
6.3 Primary connections	7
6.4 Location of the primary connections	7
6.5 Earthing.....	7
6.6 Degree of protection and internal fault	9
6.7 Covers and doors	9
6.8 Inspection windows.....	10
6.9 Ventilating openings	10
6.10 Partitions and shutters	10
6.11 Interlocks	11
6.12 Temperature-rises	12
6.13 Dielectric strength.....	12
6.14 Painting and finishing.....	12
6.15 Noise emission	12
6.16 Cooling and heating	12
6.17 Operating temperature of auxiliary and control equipment	13
6.18 Rated short-time withstand current of busbars	13
7 Information and marking	13
7.1 Information	13
7.2 Marking	13
8 Tests	14
8.1 General	14
8.2 List of the applicable tests	14
8.3 Performance of tests	15
Annex A (informative) Information required.....	23
Figure 1 – Test arrangement for short-time current withstand test on busbars.....	18
Figure 2 – Test arrangement for temperature-rise test on main circuits	20
Figure 3 – Test arrangement for temperature-rise test on the busbars	21
Table 1 – Degrees of protection	9
Table 2 – List of applicable tests	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –
FIXED INSTALLATIONS –
DC SWITCHGEAR –****Part 6: DC switchgear assemblies****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This Consolidated version of IEC 61992-6 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2006-02) [documents 9/891/FDIS and 9/913/RVD] and its amendment 1 (2014-04) [documents 9/1792/CDV and 9/1852/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

This publication has been prepared for user convenience.

International Standard IEC 61992-6 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

IEC 61992 consists of the following parts, under the general title *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear*:

- Part 1: General
- Part 2: D.C. circuit breakers
- Part 3: Indoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches
- Part 4: Outdoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches
- Part 5: Surge arresters and low-voltage limiters for specific use in d.c. systems
- Part 6: D.C. switchgear assemblies
- Part 7-1: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Application guide
- Part 7-2: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Isolating current transducers and other current measuring devices
- Part 7-3: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Isolating voltage transducers and other voltage measuring devices

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

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

RAILWAY APPLICATIONS – FIXED INSTALLATIONS – DC SWITCHGEAR –

Part 6: DC switchgear assemblies

1 Scope

This part of IEC 61992 covers d.c. metal-enclosed and non-metallic enclosed switchgear assemblies used in indoor stationary installations of traction systems, with nominal voltage not exceeding 3 000 V.

It is intended that individual items of equipment, for example circuit breakers, housed in the assembly are designed, manufactured and individually tested (simulating the enclosure when necessary) in accordance with their respective parts of IEC 61992 or, when appropriate, with another applicable standard.

NOTE 1 The requirements covered in this part of IEC 61992 are those concerning the assembly as such, its enclosure and the mutual influence of the equipment enclosed.

NOTE 2 EMC requirements are covered by IEC 62236-5 and additional requirements concerning dependability (RAMS) are covered by IEC 62278.

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 60243-1:1998, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61992-1:2006+ A1:2014, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 1: General*

IEC 61992-2:2006+ A1:2014, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 2: DC circuit-breakers*

IEC 61992-3:2006, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 3: Indoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61992-1 apply.

4 Service requirements

Normal service requirements are detailed in Clause 4 and Annex B of IEC 61992-1 for indoor installations. In this standard, the pollution degree PD4 and overvoltage categories (see notes to Table 1 of IEC 61992-1) as described in EN 50124-1 are considered to be the normal condition.

5 Characteristics of the assemblies

The main characteristics of an assembly shall be indicated in the procurement specification as follows:

- a) type of the assembly enclosure;
- b) list of functional units enclosed;
- c) rated insulation voltages;
- d) rated values of the equipment enclosed as required in relevant standards;
- e) if constructed for an earth fault protection;
- f) detailed protection and control requirements (see IEC 61992-7).

Other important characteristics are listed in Clause A.2.

6 Construction characteristics

6.1 General

Enclosures are either metallic or non-metallic. Non-metallic enclosed switchgear shall not be used for nominal voltages above 1,5 kV.

All requirements specified herein also apply when both conductive and insulating materials are used, except for insulating clearances which shall be designed and tested as appropriate.

A cell made of masonry shall not be considered as an enclosure, as far as this standard is concerned.

The floor surface may be considered as part of an enclosure. The measures to be taken in order to obtain the degree of protection provided by floor surfaces shall be subject to an agreement between purchaser and supplier.

The walls of a room shall not be considered as parts of the enclosure.

Switchgear assemblies and relevant enclosures shall be designed so that normal service, inspection and maintenance operations, earthing of connected cables or busbars, locating of cable faults, voltage tests on connected cables or other apparatus and the elimination of electrostatic charges, can be carried out easily and safely.

All materials used shall be of the quality and of the class most suitable for working under the conditions specified. Special attention is to be paid to its ability to withstand moisture and fire: unless fire behaviour Class F0 is allowed (see Annex B of IEC 61992-1), materials used shall be metallic or of the self-extinguishing type, so that the risk of propagation of fire from one cubicle or compartment to another is minimised.

The selection of materials and the construction of the assembly shall be such that corrosion due to atmospheric and electrolytic effects are minimised.

All identical devices, forming part of an assembly for a given use and with the same characteristics, shall be interchangeable.

Withdrawable switching devices shall be prevented from insertion into functional units on the same switchgear assembly, having a different function or higher current ratings.

Sufficient space shall be provided inside the compartments for the entry and termination of incoming cables without their minimum bending radii being infringed.

The detachable parts of the protection enclosures shall be firmly attached to the fixed parts as specified in 6.7. Accidental untightening or detachment shall not occur because of the operation of the equipment.

All apparatus and connections for the safe operation, control and protection of the equipment concerned, shall be provided whether or not specifically mentioned. The equipment shall be adequately earthed, insulated, screened or enclosed as may be appropriate to ensure the protection of the equipment and safety of those concerned in its operation and maintenance.

Control and auxiliary circuits and contacts shall comply with the requirements of 5.2 of IEC 61992-1.

All components contained within the enclosure shall comply with their relevant standards.

6.2 Insulation requirements

Test voltages and clearances are given in Table 1 of IEC 61992-1. Recommended values for creepage distances are given in Annex D of IEC 61992-1.

The adverse effect of ionisation (due to arcs) on the clearances of other equipment in the assembly shall be taken into account. The minimum clearances between the arc chute of a switching device and metallic or non-metallic parts (i.e. above the arc chute and to the sides) shall be in accordance with those given by the switching device manufacturer.

Insulating material used to fully or partially line a metallic enclosure shall be firmly secured to the enclosure.

In case of withdrawable units, where access within the enclosure is required during maintenance operations, the busbars and all other conductors shall be separated by a barrier. Openings through such a barrier for the circuit and busbar connectors, etc. shall be shuttered and capable of being locked closed.

6.3 Primary connections

Non-withdrawable functional units may be equipped with fixed, removable (bolted or clamped) connectors. Withdrawable functional units may be equipped with plug-in connectors.

6.4 Location of the primary connections

In case of non-withdrawable assemblies, the terminals for the primary connections shall be accessible with the functional units as in normal operating conditions.

6.5 Earthing

NOTE Depending on the d.c. system earthing requirements, "earthing" means connection either to earth or to the return circuit.

6.5.1 Earthing of the main circuit

To ensure safety during maintenance work, all parts of the main circuit to which access is required or provided shall be capable of being earthed through suitable means. This does not apply to those parts, which are withdrawable or removable and which become accessible after being separated from the switchgear.

A withdrawable part, however, shall not be removed from the enclosure unless capacitors on it have been discharged to safe values.

In case of withdrawable circuit breakers, the earth connection shall be made before the shutters are opened and the shutters shall be closed before the earth connection is disconnected.

Earthing switches shall comply with IEC 61992-3. The requirement that it shall be possible to know the operating position of the earthing switch is met if one of the following conditions is fulfilled:

- the isolating distance is visible;
- the position of the earthing switch is clearly visible and the position corresponding to full connection and full isolation are clearly identified;
- the position of the earthing switch is indicated by a reliable indicating device.

6.5.2 Earthing of the enclosure

The purchaser shall indicate in the enquiry how to earth the enclosure (e.g. the return circuit or to earth) in accordance with 6.5.8 of IEC 61992-7-1.

The metallic parts of the enclosures, such as frames, structure and fixed elements, shall be connected to each other and to a suitable earthing terminal, placed in an accessible position, in order to allow the connection to the main earth system of the installation. The earthing terminal shall be suitably protected against corrosion. The standard earth symbol shall be clearly and permanently marked.

An earthing conductor shall be provided extending the whole length of the metal-enclosed switchgear to connect the individual earthing terminals. The current density of the earthing conductor, if of copper, shall not exceed 200 A/mm^2 based on a specified earth fault of $10\,000 \text{ A}$ for 1 s ; therefore, its cross-section area shall be not less than 50 mm^2 . The earthing conductor shall be terminated by a clearly and permanently marked main earthing terminal.

The continuity of the earth system shall be ensured taking into account the thermal and mechanical stresses caused by the magnitude and duration of the current it may have to carry.

The purchaser shall indicate in the enquiry if the earthing system shall differ from the above.

The purchaser shall specify in the enquiry the maximum earth fault current. The standard value for the duration is $0,25 \text{ s}$ due to the typical breaking time of the a.c. rectifier circuit breaker(s). If the purchaser requires a longer duration, he shall specify this in the enquiry.

The terminals and connections shall be adequately dimensioned for the earth fault current.

The enclosure of each functional unit shall be connected to this earthing conductor. All the metallic parts within a functional unit and not belonging to a main, control or auxiliary circuit, shall also be connected to the earthing conductor directly or through metallic structural parts.

In the latter case, earthing of said elements, such as walls and doors of compartments, may be fulfilled by normal construction elements, ensuring an adequate electrical continuity and suitable dimensioning. For any bolts or similar fixing used for earth continuity, the maintenance instructions shall state the requirements for cleaning surfaces and ensuring tightness.

The metallic parts of a withdrawable part which are normally earthed in the service position, shall also remain earth-connected in the test and disconnected positions and between each position.

The purchaser shall indicate in the enquiry if the earthing system deviates from the requirements stated in this subclause.

6.6 Degree of protection and internal fault

6.6.1 Protection against approach to live parts and contact with moving parts

For metal-clad and for compartmented switchgear, the degree of protection shall be specified. If required, separate degrees of protection for doors and walls, for partitions and for the roof of the enclosure shall be specified. For cubicle switchgear, it is only necessary to specify the degree of protection for the enclosure.

The degree of protection against contact of persons with live parts of auxiliary circuits and with any moving parts (other than smooth rotating shafts and moving linkages) shall be indicated by means of the designation specified in Table 1 below, taken from IEC 60529.

Normally, no degree of protection is provided for indoor switchgear assemblies against ingress of water.

Table 1 – Degrees of protection

Degree of protection	Protection against approach of live parts and contact with moving parts
IP20	By fingers or similar objects of diameter greater than 12 mm
IP30	By tools, wires, etc. of diameter of thickness greater than 2,5 mm
IP40	By tools, wires, etc. of diameter of thickness greater than 1,0 mm
NOTE 1 The first characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the enclosure against the ingress of solid bodies and approach to live parts for all given enclosure conditions.	
NOTE 2 Protection against ingress of water is given by the second numeral.	

6.6.2 Internal arcing

Failure within the enclosure of switchgear due to a defect or an exceptional service condition or mal-operation may initiate an exceptional internal arc.

Ventilating openings and vent outlets shall be arranged in such a way that gas or vapour escaping under pressure does not endanger the operator.

6.7 Covers and doors

Covers and doors which are part of the enclosure shall be metallic if the enclosure is metallic. When they are closed, they shall provide the degree of protection specified for the enclosure.

Covers or doors shall not be made of woven wire mesh, expanded metal or similar. When ventilating openings and vent outlets are incorporated in the cover or door, reference is made to 6.9.

Two categories of covers or doors are recognized with regard to access to compartments at main circuit potential:

- those which need not to be opened for the normal purposes of operation or maintenance (fixed covers): it shall not be possible for them to be opened, dismantled or removed without the use of tools or other provisions which may be required by the purchaser;
- those which need to be opened for the normal purposes of operation (removable covers, doors): these shall not require tools for their opening or removal; they shall be provided with locking facilities (for example provisions for padlocks), unless the safety of persons is assured by a suitable interlocking device.

NOTE It is recommended, with metal-clad or compartmented switchgear, that doors giving access to live parts be suitable for opening only when the part of the exposed main circuit contained in the compartment being made accessible is dead. Equivalent provisions may also be provided.

6.8 Inspection windows

Inspection windows shall provide at least the degree of protection specified for the enclosure.

They shall be covered by a transparent sheet of mechanical strength comparable to that of the enclosure.

The insulation between live parts of the main circuit and the inspection windows shall withstand the test voltages specified in Table 1 of IEC 61992-1.

6.9 Ventilating openings

Ventilating openings shall be so arranged or shielded that the same degree of protection as that specified for the enclosure is obtained. Such openings may make use of wire mesh or the like, provided that it is of suitable mechanical strength.

6.10 Partitions and shutters

6.10.1 General

Partitions and shutters shall provide at least the degree of protection specified in Table 1.

Partitions and shutters made of insulating material shall meet the following requirements:

- a) the insulation between live parts of the main circuit and the accessible surface of insulating partitions and shutters shall withstand the test voltages specified in Table 1 of IEC 61992-1;
- b) apart from mechanical strength, the insulating material shall withstand the test voltages specified in item a); the appropriate test method given in IEC 60243-1 shall be applied;
- c) if a leakage current reaches the accessible side of the insulating partitions and shutters by a continuous path over insulating surfaces or by a path broken only by small air gaps, this current shall be not greater than 0,5 mA under the specified test conditions (see 8.3.3.1 a)).

Openings in the enclosure of the switchgear assembly and in partitions of metal-clad or compartmented switchgear, through which contacts of removable parts engage fixed contacts, shall be provided with automatic shutters properly operated in normal service operations to ensure the protection of persons in any of the positions defined in 3.3.24 to 3.3.27 of IEC 61992-1.

If maintenance requirements imply that one set of fixed contacts shall be accessible through opened shutters, all the shutters shall be provided with means of locking them independently in the closed position or it shall be possible to insert a screen to prevent the live set of the fixed contacts being exposed.

Conductors other than busbars passing through metallic partitions are insulated by bushings or other equivalent means and the openings may be provided by bushings or shutters having non-metallic parts.

6.10.2 Partitions

Partitions of metal-clad switchgear shall be metallic and earthed.

Partitions of compartmented and cubicle switchgear may be non-metallic, provided (unless otherwise agreed between purchaser and supplier) they do not become part of the enclosure with the removable part in any of the positions defined in 3.3.25 to 3.3.27 of IEC 61992-1. If partitions become part of the enclosure with the removable part in any of these positions, they shall be of the same material as the enclosure and shall provide the degree of protection specified for the enclosure. Metallic partitions shall be earthed.

NOTE 1 A partition becomes part of the enclosure, if it is accessible in any of the positions defined in 3.3.25 to 3.3.27 of IEC 61992-1.

NOTE 2 If a door which can be closed in the positions defined in 3.3.25 to 3.3.27 of IEC 61992-1 is provided, the partition behind the door is not considered to be a part of the enclosure.

6.10.3 Shutters

The shutters of all types of switchgear assemblies may be either metallic or non-metallic.

If shutters are of insulating material, they shall not become part of the enclosure. If shutters are metallic, they shall be earthed and, if they become part of the enclosure, they shall provide the degree of protection specified for the enclosure.

6.10.4 Isolating distances

The devices for ensuring the isolating distance between the main circuit conductors are considered to be disconnectors which shall comply with IEC 61992-3, except for the mechanical operation test (see 8.3.5).

The requirement that it shall be possible to know the operating position of the disconnector is met if one of the following conditions is fulfilled:

- the isolating distance is visible;
- the position of the withdrawable part, in relation to the fixed part, is clearly visible and the positions corresponding to full connection and full isolation are clearly identified;
- the position of the disconnector is indicated by a reliable indicating device.

Any removable part shall be so attached to the fixed part that its contacts will not open inadvertently due to forces which may occur in service, in particular those due to short circuit.

The dielectric requirements stated in 6.2 shall be observed.

6.11 Interlocks

Interlocks between different components of the equipment are provided for reasons of safety and for convenience of operation. The following provisions are mandatory for main circuits:

a) Switchgear with removable parts

The withdrawal or engagement of a circuit breaker, switch, disconnector or contactor shall be impossible unless it is in the open position.

The operation of a circuit breaker, switch, disconnector or contactor shall be impossible unless it is in the service, disconnected, removed, test or earthing position.

It shall be impossible to close the circuit breaker, switch, disconnector or contactor in the service position unless it is connected to the auxiliary and control circuit, unless it is designed to open automatically without the use of a separate auxiliary and control circuit.

b) Switchgear without removable parts and provided with disconnectors

Interlocks shall be provided to prevent operation of disconnectors under conditions other than those uses for which they are intended (see IEC 61992-3). The operation of a disconnector shall be impossible unless the associated circuit breaker, switch or contactor is in the open position. No interlock is required if all currents (including fault currents) in the circuit to be switched on or off, are within the making and breaking capacity of the disconnector.

The operation of the circuit breaker, switch or contactor shall be impossible unless the associated disconnector is in the closed, open or earthing position (if provided).

The provision of alternative interlocks shall be subject to agreement between purchaser and supplier. The supplier shall give all necessary information on the character and function of interlocks.

Earthing switches having a short-circuit making capacity less than the peak short circuit current $\hat{I}_{ss}$ of the circuit shall be interlocked with the associated disconnectors.

Apparatus installed in main circuits, the incorrect operation of which can cause damage or which are used for assuring isolating distances during maintenance work, shall be provided with locking facilities (for example provision of padlocks).

NOTE Whenever practical, preference should be given to mechanical interlocks.

6.12 Temperature-rises

Maximum temperature-rises are detailed in Clause 6 of IEC 61992-1.

These temperature-rises shall not be exceeded for operation at rated service current and/or conventional thermal current I_{Ne} or I_{the} and at overloads as specified by the purchaser for normal service conditions as specified in Annex B of IEC 61992-1. The effects on temperature-rise caused by adjacent functional units and any permanently energized anti-condensation heaters shall be taken into consideration.

In addition, the auxiliary and control circuits, as well as the auxiliary devices, shall carry their conventional thermal current (for switching devices) or their rated service current (for other equipment).

Through faults may produce temperature-rises in excess of those mentioned above, but shall not cause permanent damage or distortion in the switchgear assembly.

6.13 Dielectric strength

Dielectric withstand strength and isolating distances shall conform to the requirements specified in 4.2 of IEC 61992-1.

When it is not practical to disconnect the cable for the dielectric tests from the switchgear assembly, those parts which remain connected to the cable shall be capable of withstanding the cable test voltages specified for the cables.

6.14 Painting and finishing

Steelwork (other than stainless steel) and other materials of the enclosure shall be treated in accordance with an approved type of corrosion protection.

6.15 Noise emission

Noise emission from all equipment shall be minimized. The level of the noise emission during the breaking of the rated normal service current I_{Ne} shall be indicated by the supplier, if requested.

The method of measuring is to be indicated.

6.16 Cooling and heating

All equipment shall be naturally air cooled unless otherwise agreed between purchaser and supplier.

Space heaters, positioned to prevent the accumulation of moisture on internal components, shall be provided where necessary for the service conditions specified by the purchaser.

6.17 Operating temperature of auxiliary and control equipment

Auxiliary and control equipment, when installed in the switchgear, shall be suitable for operating at rated performance at the recorded local ambient temperature within their enclosure.

6.18 Rated short-time withstand current of busbars

Busbars shall have a short-time withstand current rating (I_{NCW}).

NOTE The I_{NCW} rating is the same value as the I_{NSS} rating of the line circuit breaker for a time duration of 0,25 s.

By mutual agreement between manufacturer and purchaser, a tie interconnecting station switchboard may be supplied with a reduced I_{NCW} busbar rating, as I_{CW} fault current is normally of lower magnitude than at a substation. If a tie station needs to be upgraded to a rectifier substation at a later date, then the purchaser shall indicate this at the time of the enquiry and order and shall define the I_{NCW} requirement.

7 Information and marking

7.1 Information

Both parties shall exchange any necessary information in order to assure that the switchgear assembly is suitable for the intended duty. A summary of this information is given in Annex A.

7.2 Marking

All necessary labelling shall be indelibly marked and provided as necessary for the purposes of safety, identification, instruction and information. Lifting attachments and the earth terminal shall be marked by their symbols. The following indications shall be placed on the assembly enclosure on one or more rating plates in an accessible visible position on a non-removable structure.

- a) name of the manufacturer or trademark;
- b) the reference to this part of IEC 61992;
- c) type designation;
- d) serial number designation;
- e) year of manufacture;
- f) rated voltage U_{Ne} of main circuits;
- g) rated voltage(s) U_{Ne} of auxiliary and control circuits;
- h) rated service current I_{Ne} of busbars and main circuits;
- i) rated short-circuit current I_{NSS} ;
- j) rated short-time withstand current of busbars I_{NCW} ;
- k) rated earth fault current I_{NCWe} ;
- l) degree of protection for the enclosure and partitions (if different);
- m) compliance with service requirements differing from those indicated as normal (see Clause 4 of IEC 61992-1 – preferably by a separate label).

8 Tests

8.1 General

General requirements concerning tests are shown in Clause 7 of IEC 61992-1.

The tests shall be carried out as described in the relevant clauses of this standard and, as far as applicable, of IEC 61992-1. For procedural matters not covered in either of those standards, reference may be made to other IEC or European Standards covering similar equipment.

Unless otherwise indicated, the tests shall be performed at the rated service values: current, voltage, frequency (if applicable), air pressure (if applicable). The same applies for the whole of the assembly (main, control and auxiliary) and in accordance with the values indicated in Clause 5.

Unless explicitly specified, the test variables shall be within the tolerances indicated in Table 6 of IEC 61992-1.

For all the tests, the ambient temperature is measured and recorded in the test report.

The tests detailed in this standard are only those verifying the correctness of the design of the switchgear assembly as such, as well as the correctness of the assembling and cabling.

Each component shall be tested before being assembled, in accordance with the applicable standard.

When a manufacturer is supplying both the internal equipment and the switchgear assembly, he may perform combined tests to test the equipment in its final compartment (or in an equivalent compartment), so avoiding duplication in tests.

8.2 List of the applicable tests

Based on the above requirements, the applicable tests are summarized in Table 2.

Table 2 – List of applicable tests

Test description	Kind	Subclause
Verification of conformity to the manufacturing drawings and to characteristics of assembly	Routine	8.3.1
Operation	Routine	8.3.2
Dielectric withstand:	Type Type and routine	8.3.3.2
– impulse withstand		8.3.3.3
– power-frequency voltage		
Short-time withstand current	Type Type Type	8.3.4.1
– main circuits		8.3.4.2
– busbars		8.3.4.3
– earthing circuits		
Mechanical operation	Type	8.3.5
Verification of degree of protection	Type	8.3.6
Temperature-rise	Type	8.3.7
Electrical operation	Type	8.3.8

8.3 Performance of tests

8.3.1 Verification of conformity to the manufacturing drawings and to characteristics of the assembly

8.3.1.1 Verification of conformity to the manufacturing drawings

The assembly to be tested shall be representative of the manufactured type and shall correspond in all essential details to the manufacturing drawings.

8.3.1.2 Measurement of the resistance of the main circuits

Resistance measurements of the main circuits shall be made with the assembly at ambient temperature. This measurement shall confirm correctness in the assembling operations, by comparison with the resistance values recorded during tests on similar components or assemblies.

8.3.2 Operation test

Operation tests are made to ensure that the switching devices and removable parts comply with the prescribed operating conditions and that the mechanical interlocks work properly.

This test is carried out at the laboratory ambient temperature, in accordance with 7.3.1 of IEC 61992-1.

Auxiliary and control circuits will be supplied at their rated voltage (if in parallel) or at a suitable current (if in series).

Each switching device, removable part, mechanical interlock and sequence of electrical or mechanical operations shall be tested with five operations or five attempts in each direction. The test shall include visual checking.

The purchaser may require that these tests are repeated on site after installation.

8.3.3 Dielectric tests

8.3.3.1 Test conditions

Reference shall be made to 7.5 of IEC 61992-1.

The test values shall be as specified in Table 1 of IEC 61992-1.

The enclosure to be tested shall be mounted complete as in normal service and under the ambient conditions stated in Annex B of IEC 61992-1.

Because of the great variety of designs, it is not feasible to give specific indications of the tests to be performed on the main circuit, but, in principle, they shall cover the following tests.

a) Between main circuit and earth

The test voltage specified shall be applied by connecting the positive conductor of the main circuit to the high-voltage terminal of the test supply. The negative conductor of the main circuit and the auxiliary circuits are to be connected to the earthing conductor or the frame and to the earth terminal of the test supply. The test shall be repeated with the negative conductor energised and the positive conductor to earth.

The dielectric test shall be made with all switching devices open and all removable parts in their service position.

Electrical connections shall bridge the contacts of switching devices.

For these dielectric tests, current transducers, any direct overcurrent release or overcurrent indicator and the cable terminal boxes (placed, if necessary, in several configurations if in doubt about the most unfavourable situation) are recommended to be installed as in normal service.

Attention shall be paid to the fact that transducers (or a.c. transformers if any), lightning arresters, fuses and electronic equipment may not be suitable for a test voltage applied at the compartment or assembly terminals and shall be disconnected, earthed, shorted out, as applicable, before testing and separately tested.

Moreover, when the equipment is connected to the return circuit or to earth, this connection shall be removed before testing at the rated insulation level of the switchgear.

Inspection windows, partitions and shutters of insulating material shall be covered on the side accessible during operation and maintenance, in the most unfavourable situation for the test, with a circular or square metal foil having an area as large as possible but not exceeding 0,01 m², which shall be connected to earth. In case of doubt about the most unfavourable situation, the test shall be repeated with different situations. For convenience of testing, subject to agreement between purchaser and supplier, more than one metal foil may be applied simultaneously or larger parts of the insulating material may be covered.

b) Across the isolating distance

Each isolating distance of the main circuit shall be tested using the test voltages specified in Table 1 of IEC 61992-1 and to comply with the requirements of 6.2. The isolating distance may be the distance between the two parts of the main circuit intended to be connected by a removable or withdrawable part.

If, in the disconnected position, an earthed metallic shutter is interposed between the disengaged contacts to ensure segregation, the gap between the earthed metallic shutter and the live parts shall withstand only the test voltages required to earth.

If, in the disconnected position and, where provided, test position, there is no earthed metallic shutter or partition between the fixed part and the withdrawable part, the test voltages specified across the isolating distance shall be applied

- between the fixed and moving isolating contacts intended to engage, and
- between the fixed isolating contact on busbar side and the fixed isolating contact on the circuit side. Both the direct isolating distance between fixed isolating contacts and the isolating distance established through the closed withdrawable switching part shall be tested.

When specified by the purchaser, the withstand performance between the busbar side and the circuit side shall be proved using test voltages specified across isolating distance with a withdrawable circuit breaker in the service position and open.

8.3.3.2 Impulse withstand voltage test

This type test is applicable to those circuits in switchgear assemblies having a rated insulation voltage exceeding 2 500 V.

The switchgear shall be impulse tested in accordance with 7.5.1 of IEC 61992-1. Three positive and three negative pulses shall be applied and there shall be no flashovers. At the conclusion of the test, a power frequency withstand test shall be performed in accordance with the requirements of 8.3.3.3.

Voltage transducers, transformers, fuses, etc. (see 8.3.3.1 a)) may be replaced by replicas reproducing the field configuration of high-voltage connections.

Overvoltage protective devices shall be disconnected or removed. Current transducer secondaries shall be short-circuited and earthed.

During the impulse voltage tests, the earthed terminal of the impulse generator shall be connected to earth and to the metal enclosures, if any. Except during the tests in accordance

with 8.3.3.1 b), the mid point or another intermediate point of the voltage source shall be connected to earth and to the metal enclosure so that the voltage appearing between any of the live parts and the enclosure does not exceed the test voltage specified in 8.3.3.1 a).

8.3.3.3 Power-frequency voltage withstand test for main circuit and auxiliary circuits

This test is a routine test, to be performed in accordance with 7.5.2 of IEC 61992-1. It is also part of the impulse type test of 8.3.3.2. The test is carried out by applying to the terminals of each circuit section the power-frequency test voltage relating to the rated insulation level assigned to the circuit section concerned, with all other sections earthed.

The test shall be carried out with withdrawable equipment in the connected position and repeated when in the disconnected position.

As indicated in 8.3.3.1 a), the circuit sections shall be segregated, and electronic equipment, transducers and transformers (if any) shall be disconnected or short-circuited.

NOTE The term “circuit section” is defined in 1.3.1.3 of EN 50124-1.

The test voltage shall be reached, from 0 V to the specified level, in 5 s and maintained for 60 s.

The switchgear shall be considered to have passed the test if no disruptive discharge occurs.

8.3.4 Short-time withstand current tests

8.3.4.1 Tests on main circuits

Main circuits are only tested for this condition when they are fitted with switching devices, which also have a short-time current rating. Such devices are disconnectors and all devices for the return current. See 3.2.7 of IEC 61992-1.

Main circuits shall be tested to verify their capability of carrying the rated short-time and peak withstand currents under the intended conditions of installation and use, i.e. they shall be tested as installed in the switchgear with all associated components which have an influence on the performance or modifying the short circuit current.

For these tests, short connections to transducers are not considered as parts of the main circuit.

Short and direct connections between circuits having a high short-circuit current and current limiting devices may be tested with a reduced short circuit current.

Circuits containing current limiting devices or circuit breakers employing bidirectional series trip devices need not be tested. However, unidirectional circuit-breaker circuits shall be tested with the current direction in a manner which does not cause tripping.

The I_{NCW} value of the main circuit need not be the same as that of the main busbars, but shall be at least the proportion of the short-circuit current which it sees in service. Since this test is in general only applied to incomer/rectifier circuits, the requirements are stated in 5.3.4.2, Table 3 of IEC 61992-2.

The configuration of the test arrangement shall be recorded in the test report and shall follow the rules laid down in 8.3.9 of IEC 61992-2.

The test is considered satisfactory if no permanent deformation or damage is sustained by the main circuits, components and enclosure.

8.3.4.2 Test of the busbars

The tests on the main busbars shall be at the assigned value of the rated short-time withstand current I_{Ncw} of the busbars. This rating can be different to that assigned to the main circuit connections.

The configuration of the test arrangement shall be recorded in the test report and shall follow the rules laid down in 8.3.9 of IEC 61992-2.

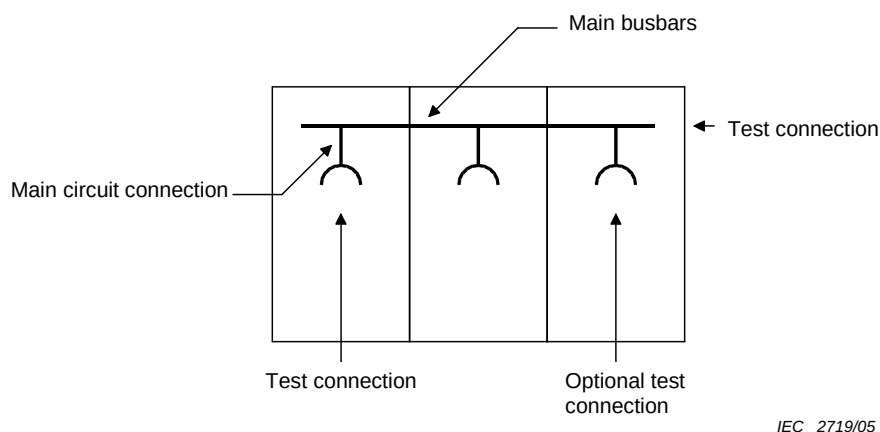
The busbars shall be tested to verify their capability of carrying the rated short-time and peak withstand current under the intended condition of installation and use, i.e. they shall be tested as installed in the switchgear with all associated components which have an influence on the performance.

The arrangement for testing is shown in Figure 1 and shall comprise busbars in at least three sections of the switchgear, including at least one main circuit connection (tee-off). The main circuit connection conductor size shall be the minimum section which have the same assigned I_{Ncw} rating, unless otherwise agreed between purchaser and supplier.

One test connection shall be made to the main circuit connection via the busbar side disconnect at one end of the busbar. The other test connection shall be to the busbar at the opposite end of the busbar or, at the option of the manufacturer, to the main circuit connection via the busbar side disconnect at the end of the busbar.

Where the busbar has the same I_{Ncw} rating as the main circuit, then a combined test with that described in 8.3.4.1 is permitted.

The test procedure and pass criteria are as in 8.3.4.1.



IEC 2719/05

Figure 1 – Test arrangement for short-time current withstand test on busbars

8.3.4.3 Test on earthing circuits

Earthing conductors, earthing connections and earthing devices of switchgear shall be tested to verify their capability to withstand the rated earth fault current I_{Ncwe} for the specified time under the return and/or earthing condition of the system, i.e. they shall be tested as installed in the switchgear with all associated components influencing the performance or modifying the short-circuit current. The minimum value of the earth fault current shall be 10 kA (sustained) unless otherwise agreed between purchaser and supplier.

The rated earth fault current test shall be carried out using a d.c. supply.

This test only applies when earthing devices are employed which connect the main conductors to the switchboard earth. The rated earth fault current is assigned on this basis. The purchaser shall assign this rating based on the return path associated with the earthing circuit. Otherwise, it is subject to agreement between the purchaser and supplier.

When the earthing devices are themselves removable parts, then the earthing connection between the fixed part and the removable part shall be tested under earth fault conditions. The earth fault current shall flow between the earthing conductor and the frame of the removable part.

After the test, some deformation and degradation of the earthing conductor (but not the return conductor), earthing connections or earthing devices is permissible, but the continuity of the circuit shall be preserved.

8.3.5 Mechanical operation test

8.3.5.1 Switching devices and removable parts

Switching devices shall successfully complete the tests specified in IEC 61992-2 or IEC 61992-3 before being installed. As a type test, when installed in the switchgear, switching devices shall be operated 50 times with the main-circuit de-energised. Removable parts shall be inserted 25 times and withdrawn 25 times to verify satisfactory operation of the equipment.

8.3.5.2 Interlocks

The interlocks shall be set in the position intended to prevent the operation of the switching devices and the insertion or withdrawal of removable parts. 50 attempts shall be made to operate the switching devices and 25 attempts shall be made to insert and 25 attempts to withdraw the removable parts. During these tests, only normal operating forces shall be employed and no adjustment shall be made to the switching devices, removable parts or interlocks.

The interlocks are considered to be satisfactory if

- a) the switching devices cannot be operated;
- b) the insertion and withdrawal of the removable parts are prevented;
- c) the switching devices, removable parts and the interlocks are in proper working order and the effort to operate them is practically the same before and after the tests.

8.3.6 Verification of the degree of protection

The tests to verify the protection indicated by the first numeral shall be performed in accordance with the requirements specified in Clause 12 of IEC 60529 for protection against access to hazardous parts. General requirements for the tests shall comply with Clause 11 of IEC 60529.

8.3.7 Temperature-rise tests

The temperature-rises of the different components shall be referred to the ambient air temperature and shall not exceed the values specified in Clause 6 of IEC 61992-1.

NOTE The local ambient air temperature within the equipment may differ from the reference ambient temperature, which is taken outside the enclosure, because of the mutual heating from adjacent apparatus.

Where the switchgear design provides for alternative components or arrangements, the test of the switchgear shall be performed with those components or arrangements for which the most severe conditions are obtained.

8.3.7.1 Ambient temperature

The reference ambient air temperature as defined in 3.2.26 of IEC 61992-1 is the average temperature of the air outside the enclosure. It shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least three temperature-measuring devices equally distributed around the assembly, at half height and a distance of 1 m from the enclosure. The devices shall be protected from external air currents and sources of heating or cooling.

8.3.7.2 Temperature-rise test of the main circuits and busbars

The test shall be performed in accordance with 7.4 of IEC 61992-1.

The dimensions of the test conductors and the configuration of the test arrangement shall be recorded in the test report and shall follow the rules laid down in 7.4 of IEC 61992-1.

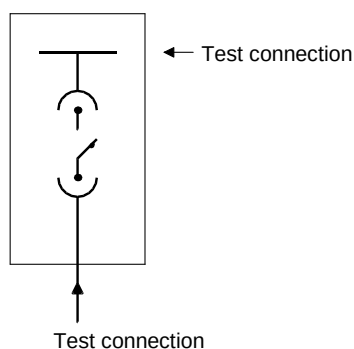
The arrangement for the temperature-rise tests on main circuits may be made on a single switchgear section as shown in Figure 2. The main circuit shall carry its rated service current I_{Ne} and/or its conventional thermal current I_{the} (as agreed).

The arrangement for the temperature-rise tests on busbars is shown in Figure 3 and shall comprise busbars in at least three sections of the switchgear. Each section of switchgear shall contain its main circuit connection which shall be the minimum normal current rating for the associated range of equipment if it is not carrying the test current. The busbars shall carry its rated service current I_{Ne} and/or its conventional thermal current I_{the} (as agreed).

The test connections shall be to the ends of the busbar or alternatively to one or both main circuit connections in the end sections of the switchgear via the busbar side disconnects. These connections shall then have conductor ratings no greater than the busbars.

Where the busbars and the main circuit have the same current rating, the manufacturer may combine the main circuit and busbar tests.

The main circuit temperature-rise test results are those measured on that section of main circuit and the busbar temperature-rise test results are those measured on the centre section of the switchgear busbars.



IEC 2720/05

Figure 2 – Test arrangement for temperature-rise test on main circuits

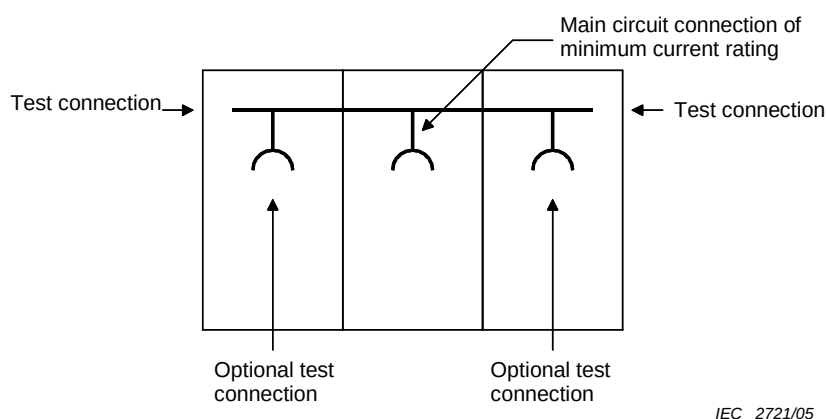


Figure 3 – Test arrangement for temperature-rise test on the busbars

Care shall be taken to minimize indication errors due to high temperature gradients.

When testing individual functional units, the neighbouring units should carry the currents which produce the power loss corresponding to the rated condition. It is admissible to simulate equivalent conditions by means of heaters or heat insulation, if the test cannot be performed under actual conditions.

8.3.7.3 Temperature-rise test for auxiliary and control equipment circuits

When it is impracticable to simultaneously load all auxiliary and control circuits during the test under 8.3.7.2, the maximum local temperatures in all compartments and locations where control and auxiliary circuits are located shall be measured and recorded. The test shall be considered satisfactory if the maximum local ambient temperatures are within the design ambient temperature range for the auxiliary and control equipment.

For intermittent operation of circuits and components, the requirements of 7.4.4 of IEC 61992-1 shall apply.

8.3.8 Electrical operation test

This type test applies when several main or main and auxiliary switching devices are mounted in a single compartment in order to assess the mutual influence of equipment within a compartment. This applies both to switching devices intended to be separately operated and to those intended to be sequentially operated. The test is carried out in laboratory conditions.

The test arrangement shall follow the requirements of 7.3.2 of IEC 61992-1.

The test procedure provides the opening in turn of all switching devices in the main circuit.

Where switching devices are intended to be separately operated, then they are operated one after the other, i.e. from the larger to the smaller, with a maximum interval between successive openings of 2 s.

Where switching devices are intended to be operated in sequence, then this shall be reproduced in service within their own intended time scale.

The opening sequences shall be repeated 5 times. The time-interval between two successive opening sequences shall not exceed 7 s.

All switching devices shall be operated in such a way that they break their rated service current I_{Ne} at their rated service voltage U_{Ne} in a circuit having a circuit time-constant t_c of not less than 0,01 s.

Other switching devices shall break the rated service current or the maximum breaking current, whichever is lower.

All switching devices shall have satisfactorily passed the test if they still work correctly and withstand a voltage test as per 8.3.3.3 but with a voltage having a r.m.s. a.c. value equal to $I_{Ne} \times \sqrt{2}$.

All switching devices which have been separately type tested in conditions differing from the requirements of this subclause (i.e. in open air or in a larger compartment than required by the compartment of the assembly) shall have their electrical operation tests as type tests, performed again in this compartment of the assembly.

Annex A **(informative)**

Information required

A.1 General

With reference to Clause 7, this annex gives a summary of the information which may be used as guidance to fulfil Clause 7.

A.2 Procurement specification

The following items should be included, where applicable, within the procurement specification issued by the purchaser in order to provide the precise technical requirements for particular installations.

- a) Particulars of the system
 - 1) the system voltage;
 - 2) a comprehensive description of the traction system including voltages, overhead/third rail/fourth rail, earthing (including any bonding of the return to earth electrodes);
 - 3) a description of the transient and short term over-voltage that occur including frequency of occurrences, peak values and duration;
 - 4) system earth fault and short-circuit levels, including frequency of faults;
 - 5) description, quantities and rated characteristics of any surge arrestors fitted on the system.
- b) Service conditions
 - 1) service conditions differing from those defined as "normal" (see 4.1 of IEC 61992-1).
- c) Particulars of the installation and its components
 - 1) details of the buildings in which the equipment has to be accommodated;
 - 2) details of site requirements including site plans and national grid references;
 - 3) details of arrangements for transport and delivery to site including maximum packing dimensions and, where appropriate, nominated delivery points;
 - 4) details of requirements for work at site including anticipated working hours and arrangement for access, the supply of electrical energy, etc.
- d) Switchgear rating and tests
 - 1) the data mentioned in Clause 5 to be provided by the purchaser;
 - 2) the current rating of the enclosed busbars;
 - 3) short-time current withstand rating of the busbars;
 - 4) requirements for special tests.
- e) Switchboard configuration and characteristics
 - 1) single line diagram for the locations concerned identifying the equipment covered by the specification;
 - 2) list of the functional units to be provided and basic scheme of the assembly;
 - 3) particular features concerning Clause 6;
 - 4) IP degree required (see Table 1);
 - 5) special constructional requirements, for example:

- i) segregation of traction, auxiliary and control circuits,
 - ii) separate compartments for auxiliary and control equipment,
 - iii) safety interlocking,
 - iv) fixed/withdrawable switching devices and test positions,
 - v) entries for external connections;
- 6) special requirements for noise limits;
- 7) special earthing requirements.
- f) Connection details
 - 1) the details of the number and type of the cables/conductors to the rectifier/incomer terminals;
 - 2) number, type and size of return cables;
 - 3) number, type and size of outgoing track feeder cables to be connected to each track feeder terminal.
- g) Electrical protection requirements
 - 1) details on the protection scheme intended;
 - 2) detail of the types (including duties use and categories), numbers and locations of switching devices which the frame leakage system shall trip and details of the inputs to the frame leakage system from remote sites and rectifier equipment;
 - 3) requirements for SCADA ("Supervisory Control And Data Acquisition") interface;
 - 4) details of busbar alive and track alive indications if required;
 - 5) whether bus-section isolators are required;
 - 6) duties for auto-reclosing.
- h) Auxiliary supply details
 - 1) nominal voltage, together with maximum and minimum limits, maximum short circuit and frequency (where relevant) of all auxiliary supplies, including traction voltage, if applicable;
 - 2) rated characteristics of all auxiliary equipment including those on main switching devices;
 - 3) details of intertripping and emergency tripping and intertripping overriding facilities, if required;

A.3 Manufacturer's tender specification

The following information shall be given in the manufacturer's tender specification.

- a) Identification
 - 1) name of the manufacturer or trademark;
 - 2) type designation;
 - 3) reference to the National Standard corresponding to this standard, which the manufacturer declares compliance with;
 - 4) registration number of type test certificates.
- b) Characteristics
 - 1) confirmation of compliance with the purchaser's requirements and a list of any non-compliances;
 - 2) confirmation of suitability for use with special service conditions (if specified);
 - 3) rated voltages, including maximum operating limits, for main, auxiliary and control circuits;
 - 4) rated characteristics of the equipment;

- 5) rated insulation voltages and rated impulse voltages for the various parts of the assembly;
- 6) power required at rated voltage for control and auxiliary circuits;
- 7) guaranteed maximum temperature-rises at rated service current I_{Ne} and/or conventional enclosed thermal current I_{the} for the various parts of the assembly at the specified ambient;
- 8) noise levels produced by switching devices when breaking rated service current (6.15);
- 9) rated air pressure and pressure variation limits and air consumption (for devices with pneumatic control);
- 10) access and space requirements for external connections;
- 11) space requirements for operating and maintaining the switchgear, and for removing withdrawable items;
- 12) access required at rear;
- 13) estimated weights of the complete switchgear assembly and of the heaviest transport unit;
- 14) principles of the electric protection scheme envisaged;
- 15) principles of the safety related protections and interlocks.

NOTE The above characteristics are only used where they specifically apply to the application.

c) Documentation

When requested by the purchaser, the following documentation will be supplied:

- 1) general arrangement;
- 2) copy of type test certificates.

The language to be used for documentation shall be agreed between purchaser and manufacturer.

A.4 Information and data to be supplied by the manufacturer during the delivery stage

The following information and data should be supplied by the manufacturer by the delivery stage unless previously contained in catalogues or descriptions supplied at the tender stage.

a) Identification

- 1) manufacturing year and serial number;
- 2) identification of positive, negative and earth busbars and connections.

b) Characteristics

- 1) weights of the complete switchgear assembly and of the heaviest transport unit;
- 2) details of the electric protection scheme envisaged;
- 3) details of the safety related protections and interlocks;
- 4) continuous rating of each auxiliary contact for remote circuits;
- 5) minimum amperage of the fuse(s) (if any) for the auxiliary power supply;
- 6) detail of the equipment, if any, supplied loose for remote installation;
- 7) method of fixing the switchgear assembly to floor;
- 8) details of arrangements for manoeuvrability of functional unit trucks, if any;
- 9) ventilation requirements.

NOTE The above characteristics are only used where they specifically apply to the application.

c) Drawings

When requested by the purchaser, the following documentation should be supplied:

- 1) general arrangement and sectional elevations of switchgear assembly showing overall dimensions and space required for unit withdrawal, maximum shipping dimensions, shipping weight and estimated gross weights and shock loading for floors;
 - 2) circuit and schematic diagrams of all circuits;
 - 3) schematic diagram of the circuits arranged for testing purposes;
 - 4) identification of terminal strips;
 - 5) schematic arrangement of the equipment during test and maintenance;
 - 6) general arrangement of any floor irons and area to be left unscreened for the contractor to finish and loading details;
 - 7) installation, operation and maintenance manuals.
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	29
1 Domaine d'application	31
2 Références normatives	31
3 Termes et définitions	31
4 Exigences de fonctionnement en service	32
5 Caractéristiques des ensembles	32
6 Caractéristiques de construction	32
6.1 Généralités	32
6.2 Exigences d'isolation	33
6.3 Connexions primaires	33
6.4 Emplacements des connexions primaires	34
6.5 Mise à la terre	34
6.6 Niveau de protection et panne interne	35
6.7 Couvercles et portes	36
6.8 Fenêtres de contrôle	36
6.9 Ouvertures de ventilation	36
6.10 Cloisons et volets	36
6.11 Verrouillages	38
6.12 Echauffements	39
6.13 Rigidité diélectrique	39
6.14 Peinture et finition	39
6.15 Emission de bruit	39
6.16 Refroidissement et chauffage	39
6.17 Température de fonctionnement des matériels auxiliaires et de commande	40
6.18 Courant assigné de courte durée admissible du circuit principal et des jeux de barres	40
7 Informations et marquage	40
7.1 Informations	40
7.2 Marquage	40
8 Essais	41
8.1 Généralités	41
8.2 Liste des essais applicables	41
8.3 Réalisations des essais	42
Annexe A (informative) Information nécessaire	50
Figure 1 – Disposition d'essai pour le courant de courte durée admissible du jeu de barres	46
Figure 2 – Disposition d'essai pour l'échauffement des circuits principaux	48
Figure 3 – Disposition d'essai pour l'échauffement des jeux de barres	48
Tableau 1 – Degrés de protection	35
Tableau 2 – Liste des essais applicables	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPLICATIONS FERROVIAIRES –
INSTALLATIONS FIXES –
APPAREILLAGE À COURANT CONTINU –****Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu****AVANT-PROPOS**

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

Cette version consolidée de l'IEC 61992-6 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2006-02) [documents 9/891/FDIS et 9/913/RVD] et son amendement 1 (2014-04) [documents 9/1792/CDV et 9/1852/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

Cette publication a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

La Norme internationale IEC 61992-6 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

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

L'IEC 61992 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu*:

- Partie 1: Généralités
- Partie 2: Disjoncteurs en courant continu
- Partie 3: Interrupteurs-sectionneurs, sectionneurs et sectionneurs de terre à courant continu, pour l'intérieur
- Partie 4: Interrupteurs-sectionneurs, sectionneurs et sectionneurs de terre à courant continu, pour usage extérieur
- Partie 5: Parafoudres et limiteurs de tension pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu
- Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu
- Partie 7-1: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Guide d'application
- Partie 7-2: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Transducteurs de courant d'isolement et autres appareils de mesure du courant
- Partie 7-3: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Transducteurs de tension d'isolement et autres appareils de mesure de la tension

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES – APPAREILLAGE À COURANT CONTINU –

Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61992 couvre les ensembles d'appareillage à courant continu sous enveloppe métallique et non métallique utilisés en intérieur dans les systèmes d'installations fixes de traction, avec une tension nominale ne dépassant pas 3 000 V.

Les éléments individuels d'équipement intégrés dans un ensemble, comme par exemple des disjoncteurs, sont conçus, fabriqués et individuellement essayés (en simulant, si besoin, l'enveloppe) en accord avec les parties respectives de l'IEC 61992, ou le cas échéant, avec une autre norme applicable.

NOTE 1 Les exigences évoquées dans la présente partie de l'IEC 61992 concernent l'ensemble en tant que tel, son enveloppe et l'influence mutuelle du matériel installé dans ladite enveloppe.

NOTE 2 Les exigences de CEM sont traitées par la norme IEC 62236-5 et des exigences supplémentaires concernant la fiabilité (FDMS) se trouvent dans l'IEC 62278.

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).

EN 60243-1:1998, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 61992-1:2006+ A1:2014, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 1: Généralités*

IEC 61992-2:2006+ A1:2014, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 2: Disjoncteurs en courant continu*

IEC 61992-3:2006, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 3: Interrupteurs-sectionneurs, sectionneurs, et sectionneurs de terre à courant continu pour l'intérieur*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 61992-1 s'appliquent.

4 Exigences de fonctionnement en service

Les exigences de service normal concernant les installations intérieures sont détaillées à l'Article 4 et dans l'Annexe B de l'IEC 61992-1. Dans la présente norme, on considère comme conditions normales le degré de pollution PD4 et les catégories de surtension (voir l'IEC 61992-1, notes du Tableau 1) indiquées dans l'EN 50124-1.

5 Caractéristiques des ensembles

Les principales caractéristiques d'un ensemble doivent être indiquées dans les spécifications d'approvisionnement:

- a) type d'enveloppe de l'ensemble;
- b) liste des unités fonctionnelles sous enveloppe;
- c) tensions assignées d'isolement;
- d) valeurs assignées du matériel sous enveloppe selon les exigences des normes correspondantes;
- e) s'il est construit pour une protection contre un défaut à la terre;
- f) protection détaillée et exigences de commande (voir l'IEC 61992-7).

D'autres caractéristiques importantes sont énumérées à l'Article A.2.

6 Caractéristiques de construction

6.1 Généralités

Les enveloppes sont métalliques ou non métalliques. Les appareillages sous enveloppes non métalliques ne doivent pas être utilisés à des tensions assignées supérieures à 1,5 kV.

Toutes les exigences spécifiées ici s'appliquent également lors d'utilisation de matériaux conducteurs et isolants, à l'exception des distances d'isolement qui doivent être conçues et essayées comme il convient.

Une cellule maçonnée ne doit pas être considérée comme une enveloppe, en ce qui concerne cette norme.

Il est permis de considérer la surface du sol comme une partie d'une enveloppe. Les mesures à prendre pour obtenir le degré de protection fourni par des surfaces au sol doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Les murs d'une pièce ne doivent pas être considérés comme des parties d'une enveloppe.

Les ensembles d'appareillages et les enveloppes correspondantes doivent être conçus pour que les opérations d'entretien normal, de contrôle et de maintenance, la mise à la terre des câbles ou des jeux de barres raccordés, la localisation des défauts dans les câbles, les essais de tension sur des câbles raccordés ou d'autres appareils et l'élimination des charges électrostatiques, puissent être effectués sans difficulté et en toute sécurité.

Tous les matériaux utilisés doivent être de la qualité et de la classe la mieux adaptée à un fonctionnement dans les conditions spécifiées. Il faut porter une attention particulière à leur capacité de tenue à l'humidité et au feu. A moins que la Classe F0 du comportement en cas d'incendie ne soit admise (voir IEC 61992-1, Annexe B), les matériaux utilisés doivent être en métal ou auto-extinguibles, de telle sorte que le risque de propagation de l'incendie entre des armoires ou des compartiments soit minimum.

La sélection des matériaux et la construction de l'ensemble doivent être faites de telle sorte que la corrosion due aux conditions atmosphériques et électrolytiques soit minimisée.

Tous les dispositifs identiques, constituant un élément d'un ensemble pour une utilisation donnée et ayant les mêmes caractéristiques, doivent être interchangeables.

Les appareils de connexion débrochables ne doivent pas accepter une quelconque insertion dans des unités fonctionnelles du même ensemble d'appareillages ayant une fonction différente ou des caractéristiques assignées supérieures du courant.

On doit prévoir un espace suffisant à l'intérieur des compartiments pour l'arrivée des câbles et leurs connexions sans devoir transgresser leur rayon de courbure minimal.

Les parties amovibles des enveloppes de protection doivent être fermement reliées aux parties fixes comme spécifié en 6.7. Il ne doit pas se produire des séparations ou des desserrages accidentels du fait de l'exploitation du matériel.

Tous les appareils et raccordements doivent être fournis pour un fonctionnement sûr, la commande et la protection du matériel en question, que cela soit ou non explicitement mentionné. Le matériel doit être convenablement mis à la terre, isolé, blindé ou placé dans une enveloppe appropriée afin d'assurer sa protection et la sécurité des opérateurs et du personnel de maintenance.

Les circuits et contacts auxiliaires et de commande doivent être conformes aux exigences de 5.2 de l'IEC 61992-1.

Tous les éléments constitutifs présents dans l'enveloppe doivent satisfaire aux normes appropriées.

6.2 Exigences d'isolation

Les tensions d'essais et les distances d'isolement sont indiquées au Tableau 1 de l'IEC 61992-1. Les valeurs recommandées des lignes de fuite sont données à l'Annexe D de l'IEC 61992-1.

L'effet défavorable de l'ionisation (dû aux arcs) sur les distances d'isolement avec d'autres matériels de l'ensemble doit être pris en compte. Les distances d'isolement minimales entre la boîte de soufflage d'un appareil de connexion et les parties métalliques ou non (c'est-à-dire au dessus de la boîte de soufflage et sur les parois) doivent être conformes à celles données par le constructeur de l'appareil.

Le matériau isolant utilisé pour recouvrir partiellement ou entièrement une enveloppe métallique doit être solidement fixé à celle-ci.

Dans le cas d'unités débrochables, lorsqu'il faut accéder à l'intérieur de l'enveloppe au cours d'opérations de maintenance, les jeux de barres et tous les autres conducteurs doivent être séparés par une barrière. Les ouvertures à travers une telle barrière pour les connecteurs du circuit et des jeux de barres, etc., doivent être obturées et susceptibles d'être condamnées.

6.3 Connexions primaires

Il est permis d'équiper les unités fonctionnelles non débrochables de connexions fixes ou amovibles (boulonnées ou par griffes). Les unités fonctionnelles débrochables peuvent être équipées de connecteurs embrochables.

6.4 Emplacements des connexions primaires

En cas de montages non débrochables, les bornes des connexions primaires doivent être accessibles aux unités fonctionnelles comme dans des conditions de service normales.

6.5 Mise à la terre

NOTE Selon les exigences de mise à la terre du système à courant continu, «mise à la terre» signifie le raccordement soit à la terre de protection soit au circuit de retour.

6.5.1 Mise à la terre du circuit principal

Pour assurer la sécurité pendant la maintenance, tous les éléments du circuit principal nécessitant ou pourvu d'un accès, doivent pouvoir être mis à la terre à l'aide de moyens appropriés. Ceci ne s'applique pas aux éléments amovibles ou débrochables ni à ceux rendus accessibles après leur séparation de l'appareillage.

Toutefois, un élément débrochable ne doit pas être retiré de l'enveloppe à moins que, pour des raisons de sécurité, ses condensateurs n'aient été déchargés.

On doit mettre à la terre les disjoncteurs débrochables avant l'ouverture des volets et on doit fermer ceux-ci avant de déconnecter leur mise à la terre.

Les sectionneurs de mise à la terre doivent satisfaire à l'IEC 61992-3. L'exigence selon laquelle il doit être possible de connaître la position de fonctionnement du sectionneur de terre est satisfaite si l'une des conditions ci-dessous est remplie:

- la distance de sectionnement est visible;
- la position du sectionneur de mise à la terre est parfaitement visible et les positions correspondant à la connexion complète et à l'isolement total sont clairement identifiées;
- le sectionneur de mise à la terre est équipé d'un dispositif indicateur de position fiable.

6.5.2 Mise à la terre de l'enveloppe

L'acheteur doit indiquer dans l'appel d'offre la méthode de mise à la terre de l'enveloppe (par exemple, circuit de retour ou mise à la masse) conformément à 6.5.8 de l'IEC 61992-7-1.

Les parties métalliques des enveloppes, comme des bâtis, une structure et des éléments fixes, doivent être raccordées entre elles et à une borne de terre appropriée, placées dans une position accessible, permettant ainsi le raccordement sur le système principal de mise à la terre de l'installation. La borne de terre doit être correctement protégée contre la corrosion. Le symbole normalisé de mise à la terre doit être marqué de façon permanente et claire.

Un conducteur de mise à la terre doit être fourni de telle sorte que sa longueur totale dépasse celle de l'appareillage sous enveloppe métallique pour raccorder chaque borne de terre. La densité de courant du conducteur de terre, s'il est en cuivre, ne doit pas dépasser 200 A/mm^2 basé sur un défaut de terre spécifié de $10\,000 \text{ A}$ pendant 1 s ; donc, sa section transversale ne doit pas être inférieure à 50 mm^2 . Le conducteur de terre doit avoir pour extrémité une borne principale de terre marquée clairement et de façon permanente.

La continuité du système de mise à la masse doit être assurée en prenant en compte les sollicitations tant thermiques que mécaniques produites par l'importance et la durée du courant qu'il peut avoir à conduire.

L'acheteur doit indiquer dans la demande de renseignements si le système de mise à la terre doit différer de ce qui est mentionné ci-dessus.

L'acheteur doit indiquer dans la demande de renseignements le courant de défaut de terre maximal. La valeur normalisée de la durée est de 0,25 s à cause du temps de coupure typique du (des) disjoncteur(s) à redresseurs en courant alternatif. Si l'acheteur exige une durée plus longue, il doit le spécifier dans sa demande.

Les bornes et les raccordements doivent être dimensionnés de façon appropriée pour le courant de défaut de terre.

L'enveloppe de chaque unité fonctionnelle doit être raccordée à ce conducteur de terre. Tous les éléments métalliques compris dans une unité fonctionnelle et n'appartenant pas à un circuit principal, de commande ou auxiliaire, doivent également être raccordés au conducteur de terre soit directement soit via des parties de la structure métallique.

Dans ce dernier cas, il est permis d'effectuer, avec des éléments de construction normaux, la mise à la masse desdits éléments, comme les murs et les portes des compartiments, en assurant une continuité électrique adéquate et un dimensionnement convenable. Pour tout vissage ou fixation similaire utilisé pour la continuité de mise à la masse, les instructions de maintenance doivent énoncer les exigences d'entretien des surfaces et d'assurance de l'étanchéité.

Les parties métalliques de l'élément débrochable qui sont normalement mises à la terre dans la position de service, doivent également rester raccordées à la terre durant l'essai et déconnectées des emplacements et entre chaque position de service.

L'acheteur doit indiquer dans l'appel d'offre si le système de mise à la masse s'écarte d'une façon ou d'une autre des exigences énoncées dans ce paragraphe.

6.6 Niveau de protection et panne interne

6.6.1 Protection des personnes contre une approche des éléments sous tension ou un contact avec les éléments mobiles

Le degré de protection des appareillages recouverts de métal et des appareillages compartimentés doit être spécifié. S'il le faut, des degrés de protection différents pour les murs et les portes, les cloisons et les plafonds de l'enveloppe doivent être spécifiés. Pour les appareillages en cellule, il est uniquement nécessaire de spécifier le niveau de protection de l'enveloppe.

Le degré de protection empêchant tout contact d'individus avec les parties sous tension des circuits auxiliaires et avec tous les éléments mobiles (autres que les tiges à rotation équilibrée et liaisons mobiles) doit être indiqué selon la spécification du Tableau 1, extrait de l'IEC 60529.

Normalement, il n'y a pas de degré de protection fourni pour des infiltrations d'eau concernant les ensembles d'appareillages intérieurs.

Tableau 1 – Degrés de protection

Degré de protection	Protection contre l'approche des parties actives et le contact avec les éléments mobiles
IP20	Par des doigts ou tout objet similaire d'un diamètre supérieur à 12 mm
IP30	Par des outils, fils, etc. ayant un diamètre de section supérieure à 2,5 mm
IP40	Par des outils, fils, etc. ayant un diamètre de section supérieure à 1,0 mm
NOTE 1 Le premier numéral caractéristique indique le degré de protection fourni par l'enveloppe contre la pénétration de corps solides et l'approche des parties actives pour toutes les conditions données de l'enveloppe.	
NOTE 2 La protection contre les infiltrations d'eau est donnée par le second numéral.	

6.6.2 Arc interne

Il est permis de considérer que l'apparition exceptionnelle d'un arc interne semble être le résultat d'une défaillance d'un appareillage dans l'enveloppe provenant d'un défaut ou d'une condition de service inhabituelle ou encore d'un fonctionnement incorrect.

Des ouvertures de ventilation et des orifices de ventilation doivent être disposés de telle sorte que l'échappement de gaz ou de vapeurs sous pression ne présentent pas de danger pour l'opérateur.

6.7 Couvertures et portes

Les couvertures et les portes, en tant qu'éléments de l'enveloppe, doivent être métalliques si celle-ci est métallique. Une fois fermés, ils doivent procurer le degré de protection spécifié de l'enveloppe.

Les couvertures ou les portes ne doivent pas être en treillis métallique, en métal déployé ou similaire. Lorsque des ouvertures de ventilation et des orifices de ventilation sont incorporés dans le couvercle ou la porte, on se réfère à 6.9.

Il y a deux catégories de couvertures et portes reconnues pour accéder à des compartiments au potentiel du circuit principal:

- a) ceux qui n'ont pas besoin d'être ouverts pour des raisons normales de fonctionnement et de maintenance (couvertures fixes). Il doit être impossible de les ouvrir, les démonter ou les ôter sans utiliser des outils ou autres fournitures qu'il est permis à l'acheteur de réclamer;
- b) ceux qui ont besoin d'être ouverts pour des raisons normales de fonctionnement (protections ou portes amovibles). On ne doit pas avoir besoin d'outils pour les ouvrir ou les ôter. Ils doivent être fournis avec un système de verrouillage (par exemple la fourniture de cadenas), à moins que la sécurité des individus soit assurée par un dispositif de verrouillage approprié.

NOTE Il est recommandé, avec les appareillages recouverts de métal ou compartimentés, que les portes donnant accès aux parties actives puissent être ouvertes seulement quand la partie du circuit principal exposé dans le compartiment accessible n'est plus sous tension. Des dispositions similaires peuvent être également fournies.

6.8 Fenêtres de contrôle

Les fenêtres de contrôle doivent au moins fournir le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

Elles doivent être recouvertes par un feuillet transparent d'une rigidité mécanique comparable à celle de l'enveloppe.

L'isolation entre les parties actives du circuit principal et les fenêtres de contrôle doit résister aux tensions d'essais spécifiés dans le Tableau 1 de l'IEC 61992-1.

6.9 Ouvertures de ventilation

Les ouvertures de ventilation doivent être disposées ou blindées de telle sorte que l'on obtienne le même degré de protection spécifié pour l'enveloppe. De telles ouvertures peuvent être fabriquées en utilisant un treillis métallique ou un matériau similaire pourvu que leur rigidité mécanique soit appropriée.

6.10 Cloisons et volets

6.10.1 Généralités

Les cloisons et les volets doivent au moins procurer le degré de protection spécifié dans le Tableau 1.

Les cloisons et les volets faits en matériaux isolants doivent répondre aux exigences suivantes:

- a) l'isolation entre les parties actives du circuit principal et la surface accessible des cloisons et des volets isolants doit résister aux tensions d'essais spécifiées au Tableau 1 de l'IEC 61992-1;
- b) en excluant la rigidité mécanique, le matériau isolant doit résister à la tension d'essai spécifiée au point a); il faut appliquer la méthode d'essai appropriée donnée dans l'IEC 60243-1;
- c) si un courant de fuite atteint le côté accessible des cloisons et des volets isolants par un chemin en continu au-dessus des surfaces isolantes ou par un chemin interrompu uniquement par de petits entrefers, il ne doit pas être supérieur à 0,5 mA selon les conditions d'essai spécifiées (voir 8.3.3.1a)).

Les ouvertures dans l'enveloppe de l'ensemble d'appareillage de connexion et dans les cloisons d'appareillages recouverts de métal ou compartimentés, à travers lesquels s'engagent les contacts d'éléments amovibles dans des contacts fixes, doivent être fournies avec des volets automatiques dont le fonctionnement en service normal est correct pour garantir la protection des personnes quelles que soient les positions définies dans 3.3.24 à 3.3.27 de l'IEC 61992-1.

Si des exigences de maintenance impliquent qu'un ensemble de contacts fixes doit être accessible par des volets ouverts, tous les volets doivent être fournis équipés d'un système permettant de les verrouiller indépendamment en position fermée ou bien il doit être possible d'insérer un écran afin d'empêcher l'ensemble des contacts fixes actifs d'être accessibles.

Des conducteurs autres que les jeux de barres passant à travers des cloisons métalliques sont isolés par des traversées ou d'autres moyens équivalents et il est permis de garnir les ouvertures par des traversées isolées ou des volets exempts de parties métalliques.

6.10.2 Cloisons

Les cloisons d'appareillages recouverts de métal doivent être métalliques et mises à la terre.

Il est permis de fournir des cloisons non métalliques pour un appareillage compartimenté et en cellule, (sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur) de telle sorte qu'elles ne fassent pas partie de l'enveloppe avec l'élément amovible dans une position quelconque définie de 3.3.25 à 3.3.27 de l'IEC 61992-1. Si des cloisons s'intègrent à l'enveloppe avec une partie amovible dans une quelconque de ces positions, elles doivent être constituées d'un matériau identique à celui de l'enveloppe et fournir le degré de protection spécifié pour l'enveloppe. Les cloisons métalliques doivent être mises à la terre.

NOTE 1 Une cloison fait partie d'une enveloppe, si celle-ci est accessible dans une des positions définies de 3.3.25 à 3.3.27 de l'IEC 61992-1.

NOTE 2 S'il existe une porte et qu'elle peut être fermée dans les positions définies de 3.3.25 à 3.3.27 de l'IEC 61992-1, la cloison située derrière la porte est considérée comme ne faisant pas partie de l'enveloppe.

6.10.3 Volets

Les volets de tous les types d'ensembles d'appareillages peuvent être métalliques ou non métalliques.

Les volets faits avec un matériau isolant, ne doivent pas faire partie de l'enveloppe. Les volets métalliques doivent être mis à la terre et s'ils s'intègrent à l'enveloppe, ils doivent fournir le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

6.10.4 Distances de sectionnement

Les dispositifs garantissant la distance de sectionnement entre les conducteurs du circuit principal sont considérés comme étant des sectionneurs devant se conformer à l'IEC 61992-3, excepté pour les essais de manœuvres mécaniques (voir 8.3.5).

L'exigence signifiant qu'il doit être possible de connaître la position de fonctionnement du sectionneur est satisfaite si une des conditions suivantes est remplie:

- la distance de sectionnement est visible;
- la position de la partie débrochable, en relation avec la partie fixe, est clairement visible et les positions correspondant à un raccordement complet et à une isolation complète sont clairement identifiées;
- la position du sectionneur est indiquée par un dispositif indicateur fiable.

Tout élément amovible doit être attaché de telle sorte que ses contacts ne seront pas ouverts par mégarde du fait de forces apparaissant en cours de service, en particulier celles dues aux courts-circuits.

Les exigences sur les diélectriques établies en 6.2 doivent être observées.

6.11 Verrouillages

Les verrouillages établis entre différents élément constitutifs du matériel sont fournis pour des raisons de sécurité et pour en faciliter le fonctionnement. Les dispositions suivantes sont obligatoires pour des circuits principaux:

a) Appareillage avec parties amovibles

Le retrait ou l'engagement d'un disjoncteur, d'un interrupteur, d'un sectionneur ou d'un contacteur doit être impossible à moins qu'ils ne soient dans la position ouverte.

Le fonctionnement d'un disjoncteur, d'un interrupteur, d'un sectionneur ou d'un contacteur doit être impossible à moins qu'ils ne soient dans la position de service déconnectée, retirée, en essai ou mis à la terre.

Il doit être impossible de fermer le disjoncteur, l'interrupteur, le sectionneur ou le contacteur dans la position de service à moins qu'ils ne soient raccordés au circuit auxiliaire et de commande, ou qu'ils ne soient conçus pour s'ouvrir automatiquement sans avoir à utiliser un circuit auxiliaire et de commande.

b) Appareillage sans parties amovibles et fourni avec des sectionneurs

Des verrouillages doivent être fournis pour empêcher la manœuvre des sectionneurs dans des conditions autres que celles pour lesquelles ils sont prévus (voir IEC 61992-3). Le retrait ou l'engagement d'un sectionneur doit être impossible à moins que le disjoncteur, l'interrupteur ou le contacteur ne soient en position ouverte. Aucun verrouillage n'est requis, si tous les courants (y compris les courants de défaut) du circuit à fermer ou à couper sont dans les pouvoirs de coupure et de fermeture du sectionneur.

La manœuvre du disjoncteur, de l'interrupteur ou du contacteur doit être impossible à moins que le sectionneur associé ne soit en position fermée, ouverte ou de mise à la terre (si disponible).

La fourniture de verrouillages alternatifs doit être soumise à un accord entre l'acheteur et le fournisseur. Ce dernier doit donner toutes les informations nécessaires sur les caractéristiques et la fonction des verrouillages.

Les sectionneurs de terre ayant un pouvoir de fermeture en court-circuit inférieur au courant crête de court-circuit I_{ss} du circuit doivent être verrouillés avec les sectionneurs associés.

Les appareillages installés dans des circuits principaux dont le fonctionnement incorrect peut occasionner un dommage ou qui sont utilisés pour assurer des distances de sectionnement au

cours du travail de maintenance, doivent être fournis avec des dispositifs de verrouillage (par exemple la fourniture de cadenas).

NOTE Quelle que soit la pratique, il convient de donner la préférence aux verrouillages mécaniques.

6.12 Echauffements

Les échauffements maximaux sont détaillés à l'Article 6 de l'IEC 61992-1.

Ces échauffements ne doivent pas être dépassés pour une manœuvre au courant assigné de service et/ou au courant thermique conventionnel (I_{Ne} ou I_{the}) et en surcharge, conformément aux spécifications de l'acheteur pour des conditions de service normales, spécifiées dans l'Annexe B de l'IEC 61992-1. Les effets d'échauffement occasionnés par les unités fonctionnelles adjacentes et les radiateurs anti-condensation alimentés en permanence, ne doivent pas être négligés.

De plus, les circuits auxiliaires et de commande, tout comme les dispositifs auxiliaires, doivent conduire leur courant thermique conventionnel (pour des appareils de connexion) ou leur courant assigné de service (pour les autres matériels).

Des défauts directs peuvent provoquer des échauffements dépassant ceux mentionnées ci-dessus, mais ils ne doivent pas occasionner de dommages permanents ou de distorsions dans l'ensemble d'appareillages.

6.13 Rigidité diélectrique

La tenue mécanique et les distances de sectionnement du diélectrique doivent être conformes aux exigences spécifiées en 4.2 de l'IEC 61992-1.

Lorsqu'il n'est pas facile, lors d'essais diélectriques, de déconnecter le câble de l'ensemble d'appareillages, les parties restant raccordées au câble doivent pouvoir tenir les tensions d'essai spécifiées pour les câbles.

6.14 Peinture et finition

L'acier (autre qu'inoxydable) ainsi que les autres matériaux de l'enveloppe doivent être traités selon un type approuvé de protection contre la corrosion.

6.15 Emission de bruit

Le bruit émis par tout matériel doit être minimisé. Sur demande, le niveau d'émission de bruit, pendant la coupure du courant assigné en service normal I_{Ne} , doit être indiqué par le fournisseur.

La méthode de mesure est à indiquer.

6.16 Refroidissement et chauffage

Tous les matériels doivent être naturellement refroidis par air, sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur.

Des radiateurs soufflants, placés pour empêcher le dépôt de moisissures sur des éléments constitutifs internes doivent être fournis si l'acheteur en a spécifié la nécessité pour les conditions de service.

6.17 Température de fonctionnement des matériels auxiliaires et de commande

Les matériels auxiliaires et de commande, s'ils sont installés dans l'appareillage, doivent pouvoir fonctionner selon les caractéristiques de fonctionnement assignées, à la température ambiante locale enregistrée de leur enveloppe.

6.18 Courant assigné de courte durée admissible du circuit principal et des jeux de barres

Les jeux de barres doivent avoir des caractéristiques assignées de courant de courte durée admissible (I_{Ncw}).

NOTE Le courant assigné I_{Ncw} a la même valeur que le courant assigné I_{Nss} du disjoncteur de ligne pour une durée de 0,25 s.

Par un accord réciproque entre le fabricant et l'acheteur, il est permis de fournir un panneau de distribution de poste de sectionnement d'interconnexion ayant des caractéristiques assignées du jeu de barres I_{Ncw} réduites, puisque le courant de défaut I_{cw} est normalement plus faible que dans une sous-station. Si un poste de sectionnement nécessite un renforcement pour devenir un poste de redressement, dans ce cas l'acheteur doit l'indiquer dans son appel d'offre et sa commande et doit définir I_{Ncw} .

7 Informations et marquage

7.1 Informations

Les deux parties doivent échanger toutes les informations nécessaires afin de garantir que l'ensemble d'appareillages est compatible avec son utilisation prévue. Un résumé des informations est donné en Annexe A.

7.2 Marquage

Tous les étiquetages nécessaires doivent être marqués de façon indélébile et doivent être fournis pour des besoins de sécurité, d'identification, d'instruction et d'information. Les dispositifs de levage et la borne de terre doivent être marqués avec leurs symboles. Les indications suivantes doivent être placées sur l'enveloppe de l'ensemble, sur une ou plusieurs plaques signalétiques dans un emplacement visible et sur une structure non amovible:

- le nom du constructeur ou sa marque commerciale;
- la référence à cette partie de l'IEC 61992;
- désignation du type;
- la désignation et le numéro de série;
- année de fabrication;
- la tension assignée U_{Ne} des circuits principaux;
- les tensions assignées U_{Ne} des circuits auxiliaires et de commande;
- le courant assigné de service I_{Ne} du jeu de barres et des circuits principaux;
- le courant assigné de court-circuit I_{Nss} ;
- le courant assigné de courte durée admissible du jeu de barres I_{Ncw} ;
- le courant assigné de défaut à la terre I_{Ncwe} ;
- le degré de protection de l'enveloppe et des cloisons (si différent);
- la conformité aux conditions de service différentes de celles dites normales (voir l'Article 4 de l'IEC 61992-1, de préférence avec une étiquette distincte).

8 Essais

8.1 Généralités

Les exigences générales relatives aux essais sont données dans l'Article 7 de l'IEC 61992-1.

Les essais doivent être effectués tels qu'ils sont décrits dans les articles correspondants de cette norme et dans ceux applicables de l'IEC 61992-1. Pour des sujets de procédure non couverts dans une de ces normes, il est possible de faire référence à d'autres Normes IEC ou Normes européennes couvrant un matériel similaire.

Sauf indication contraire, les essais doivent être réalisés en utilisant les valeurs de service assignées pour le courant, la tension, la fréquence (le cas échéant), et la pression d'air (le cas échéant). Ceci s'applique à toutes les unités complètes (circuit principal, circuit de commande et circuit auxiliaire) en prenant les valeurs indiquées à l'Article 5.

Sauf spécification explicite contraire, les valeurs d'essai doivent se situer dans les tolérances indiquées au Tableau 6 de l'IEC 61992-1.

Pendant tous les essais, la température ambiante doit être mesurée et notée dans le compte rendu d'essai.

Les essais détaillés dans cette norme sont uniquement ceux vérifiant l'exactitude de la conception de l'ensemble d'appareillages en tant que tel, ainsi que la précision du montage et du câblage.

Chaque élément constitutif doit être essayé selon ses normes applicables avant montage conformément à la Norme applicable.

Lorsqu'un fabricant fournit à la fois le matériel interne et l'ensemble de l'appareillage, il est permis d'effectuer des essais combinés de matériel, afin d'essayer le matériel dans son compartiment final (ou dans un compartiment équivalent), évitant ainsi la répétition des essais.

8.2 Liste des essais applicables

Le Tableau 2 résume les essais applicables en fonction des exigences énoncées précédemment.

Tableau 2 – Liste des essais applicables

Description de l'essai	Nature de l'essai	Paragraphe
Vérification de la conformité aux plans de fabrication et aux caractéristiques de l'ensemble	Série	8.3.1
Fonctionnement	Série	8.3.2
Tenue diélectrique:	Type Série et type	8.3.3.2
- tenue au choc		8.3.3.3
- tension à fréquence industrielle		
Courant de courte durée admissible	Type	8.3.4.1
- circuits principaux	Type	8.3.4.2
- jeux de barres	Type	8.3.4.3
- circuits de mise à la terre		
Manœuvre mécanique	Type	8.3.5
Vérification du degré de protection	Type	8.3.6
Echauffement	Type	8.3.7
Manœuvre électrique	Type	8.3.8

8.3 Réalisations des essais

8.3.1 Vérification de la conformité aux plans de fabrication et aux caractéristiques de l'ensemble

8.3.1.1 Vérification de la conformité aux plans de fabrication

L'ensemble soumis aux essais doit être représentatif du type fabriqué et doit correspondre à toutes les particularités essentielles des plans de fabrication.

8.3.1.2 Mesure de la résistance des circuits principaux

Les mesures de la résistance des circuits principaux doivent être réalisées une fois l'ensemble à la température ambiante. Cette mesure doit confirmer la rigueur des opérations d'assemblage, par comparaison avec les valeurs de résistance enregistrées au cours d'essais sur des éléments constitutifs ou des ensembles similaires.

8.3.2 Essai de fonctionnement

Les essais de fonctionnement servent à garantir la conformité des conditions d'exploitation prescrites des appareils de connexion et des parties amovibles et le bon fonctionnement des verrouillages mécaniques.

Cet essai est effectué à la température ambiante du laboratoire, conformément à 7.3.1 de l'IEC 61992-1.

Les circuits auxiliaires et les circuits de commande seront fournis à leur tension assignée (si en parallèle) ou à un courant approprié (si en série).

Chaque appareil de connexion, partie amovible, verrouillage mécanique et séquence de manœuvres électrique ou mécanique doit être essayé avec cinq manœuvres ou cinq tentatives dans chaque direction. L'essai doit comprendre des vérifications visuelles.

L'acheteur peut demander de refaire ces essais sur le site après l'installation.

8.3.3 Essais diélectriques

8.3.3.1 Conditions d'essai

On doit se référer à 7.5 de l'IEC 61992-1.

Les valeurs d'essai doivent être celles spécifiées dans le Tableau 1 de l'IEC 61992-1.

L'enveloppe à soumettre aux essais doit être entièrement montée conformément aux conditions de service normal et pour des conditions ambiantes énoncées à l'Annexe B de l'IEC 61992-1.

Du fait de la grande variété des conceptions, il n'est pas réalisable de donner des indications spécifiques pour réaliser les essais sur le circuit principal, néanmoins, elles doivent en principe couvrir les essais suivants:

a) Entre le circuit principal et la terre

La tension d'essai spécifiée doit être appliquée en raccordant le conducteur positif du circuit principal à la borne haute-tension de l'alimentation d'essai. Le conducteur négatif du circuit principal et les circuits auxiliaires sont à raccorder au conducteur de terre ou au cadre et à la borne terre de l'alimentation d'essai. L'essai doit être répété en alimentant le conducteur négatif et en mettant le conducteur positif à la terre.

L'essai du diélectrique doit être conduit avec tous les appareils de connexion ouverts et toutes les parties amovibles dans leur position de service.

Les contacts des appareils de connexions doivent être montés en pont.

Concernant ces essais diélectriques, il est recommandé d'installer comme étant en service normal, les transducteurs de courant, tout déclencheur direct à maximum de courant ou indicateur de surintensité et les boîtes à bornes des câbles (placés, si nécessaire, dans différentes configurations s'il y a un doute sur la situation la plus défavorable).

L'attention doit être portée sur le fait que les transducteurs (ou éventuellement les transformateurs en courant alternatif), les parafoudres, les fusibles et les équipements électroniques peuvent ne pas convenir à la tension d'essai appliquée aux bornes du compartiment ou de l'ensemble, et qu'ils doivent être le cas échéant déconnectés, mis à la terre, court-circuités, avant l'essai et essayés séparément.

Par ailleurs, si le matériel est raccordé au circuit de retour ou à la terre, ce raccordement doit être retiré avant l'essai au niveau d'isolement assigné de l'appareillage.

Les fenêtres de contrôle, les cloisons et les volets en matériau isolant doivent être recouverts, sur le côté accessible, pendant le fonctionnement et la maintenance, dans la situation la plus défavorable pour l'essai, au moyen d'une feuille métallique circulaire ou carrée d'une surface suffisante sans toutefois dépasser 0,01 m², laquelle doit être reliée à la terre. En cas de doute sur la situation la plus défavorable, l'essai doit être répété dans différentes situations. Pour des commodités de l'essai, sujettes à un accord entre l'acheteur et le fournisseur, il est permis d'appliquer simultanément plusieurs feuilles de métal ou de recouvrir des parties plus grandes du matériau isolant.

b) Distance de sectionnement

Chaque distance de sectionnement du circuit principal doit être soumise aux essais en utilisant les tensions d'essai spécifiées dans le Tableau 1 de l'IEC 61992-1 et satisfaire aux exigences de 6.2. La distance de sectionnement représente entre autres, la distance séparant deux éléments du circuit principal prévus pour être raccordés par une partie amovible ou débrochable.

Si, dans la position déconnectée, un volet métallique mis à la terre est interposé entre des contacts inoccupés pour assurer une séparation, l'intervalle entre le volet métallique mis à la terre et les parties actives doit uniquement supporter les tensions d'essais requises pour la mise à la terre.

Si, dans la position déconnectée et dans la position d'essai, lorsqu'elle est disponible, il n'y a aucun volet métallique ni cloison entre la partie fixe et la partie débrochable, on doit appliquer les tensions d'essai spécifiées pour la distance de sectionnement:

- entre les contacts de sectionnement fixes et mobiles destinés à se lier, et
- entre le contact de sectionnement fixe côté jeu de barre et le contact de sectionnement fixe côté circuit. La distance de sectionnement directe entre des contacts de sectionnement fixes et la distance de sectionnement établie via l'élément fermé de commutation débrochable doivent être soumises aux essais.

Si l'acheteur l'a spécifié, les caractéristiques de fonctionnement admissibles entre le côté jeu de barres et le côté circuit doivent être soumises aux essais en utilisant des tensions d'essai spécifiées pour la distance de sectionnement d'un disjoncteur débrochable en position de service et ouvert.

8.3.3.2 Essai à la tension de tenue au choc

Cet essai de type est applicable aux circuits des ensembles d'appareillages ayant une tension d'isolement assignée dépassant 2 500 V.

L'appareillage doit être soumis aux essais aux ondes de choc conformément à 7.5.1 de l'IEC 61992-1. Trois impulsions positives et trois impulsions négatives doivent être appliquées et il ne doit pas y avoir d'amorçage. A la fin de l'essai, un essai de tenue en tension à fréquence industrielle doit être réalisé conformément aux exigences de 8.3.3.3.

Il est permis de remplacer les transducteurs de tension, les transformateurs, les fusibles, etc. (voir le 8.3.3.1 a)) par des répliques reproduisant la configuration du champ des connexions haute-tension.

Les dispositifs de protection contre les surtensions doivent être déconnectés ou retirés. Les secondaires des transducteurs de courant doivent être court-circuités et mis à la terre.

Pendant les essais de chocs de tension, la borne de terre du générateur de chocs doit être raccordée à la terre et aux enveloppes métalliques, s'il y en a. Sauf durant les essais conformément à 8.3.3.1 b), il faut raccorder à la terre et à l'enveloppe métallique le point médian ou un autre point intermédiaire de la source de tension de telle sorte que la tension apparaissant entre n'importe laquelle des parties sous tension et l'enveloppe ne dépasse pas la tension d'essai spécifiée en 8.3.3.1 a).

8.3.3.3 Essai de tenue à la fréquence industrielle du circuit principal et des circuits auxiliaires

Cet essai est un essai individuel de série, à effectuer conformément à 7.5.2 de l'IEC 61992-1. Il fait également partie de l'essai de type à l'onde de choc de 8.3.3.2. L'essai consiste à appliquer aux bornes de chaque section du circuit la tension d'essai à fréquence industrielle relative au niveau d'isolation assigné pour la section de circuit concernée; toutes les autres sections étant mises à la terre.

L'essai doit être effectué avec le matériel débrochable en position raccordée, et répété en position de sectionnement.

Comme indiqué en 8.3.3.1 a), les sections de circuit doivent être séparées, et le matériel électronique, les transducteurs et transformateurs (le cas échéant) doivent être déconnectés ou court-circuités.

NOTE Le terme «section de circuit» est défini en 1.3.1.3 de l'EN 50124-1.

La tension d'essai doit être atteinte en 5 s, en partant de 0 V jusqu'au niveau spécifié, et maintenue pendant 60 s.

L'appareillage doit être considéré comme ayant satisfait à l'essai, s'il n'apparaît pas de décharge disruptive.

8.3.4 Essais au courant de courte durée admissible

8.3.4.1 Essais sur des circuits principaux

Les circuits principaux sont uniquement soumis aux essais pour cette condition lorsqu'ils sont insérés avec des appareils de connexion qui ont également des caractéristiques assignées de courant de courte durée. C'est le cas des sectionneurs et de tous les dispositifs de retour de courant. Voir 3.2.7 de l'IEC 61992-1.

Les circuits principaux doivent être essayés pour vérifier leur aptitude à transiter le courant assigné de courte durée admissible et sa valeur crête dans les conditions prévues d'installation et d'utilisation; par exemple, ils doivent être essayés tels qu'ils sont installés dans l'appareillage avec tous les éléments constitutifs associés ayant une influence sur les caractéristiques de fonctionnement ou modifiant le courant de court-circuit.

Concernant ces essais, les courtes connexions aux transducteurs ne sont pas considérées comme faisant partie du circuit principal.

Il est permis d'essayer des connexions courtes et directes ayant un courant de court-circuit élevé et des dispositifs de limitation de courant avec un courant de court-circuit réduit.

Il n'y a pas besoin d'essayer les circuits contenant des dispositifs de limitation du courant ou des disjoncteurs employant des dispositifs de déclenchement bidirectionnel couplés en série. Toutefois, les circuits comprenant des disjoncteurs unidirectionnels doivent être soumis aux essais avec une direction de courant telle qu'il ne se produise pas de déclenchement.

Le courant I_{NCW} du circuit principal n'a pas besoin d'avoir la même valeur que celle du jeu de barres, mais doit au moins être la proportion du courant de court-circuit vue en service. Puisque cet essai s'applique d'une façon générale uniquement aux circuits d'entrées/redresseur, les exigences sont énoncées en 5.3.4.2, Tableau 3 de l'IEC 61992-2.

La configuration des dispositions d'essai doit être consignée dans le rapport d'essai et doit suivre les règles dictées en 8.3.9 de l'IEC 61992-2.

L'essai est considéré comme satisfaisant s'il n'y a pas eu de déformations permanentes ou de dommages subis par les circuits principaux, les éléments constitutifs ou l'enveloppe.

8.3.4.2 Essais du jeu de barres

Les jeux de barres principaux doivent être soumis aux essais à la valeur assignée I_{NCW} des jeux de barres. Cette caractéristique peut être différente de celle assignée aux connexions du circuit principal.

La configuration des dispositions d'essai doit être consignée dans le rapport d'essai et doit suivre les règles dictées en 8.3.9 de l'IEC 61992-2.

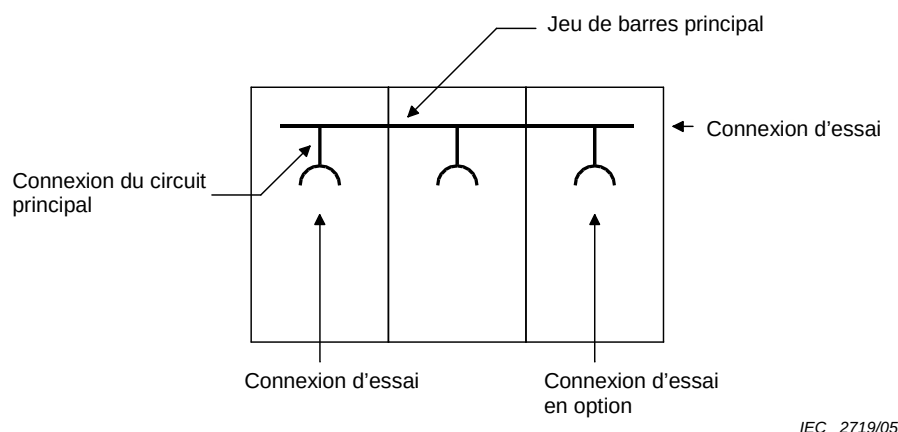
Les jeux de barres doivent être essayés pour vérifier leur aptitude à transiter le courant assigné de courte durée admissible et sa valeur crête dans les conditions prévues d'installation et d'utilisation; c'est-à-dire, ils doivent être essayés tels qu'ils sont installés dans l'appareillage avec tous les éléments constitutifs associés ayant une influence sur les caractéristiques de fonctionnement.

La disposition d'essai est présentée à la Figure 1 et doit comprendre les jeux de barres d'au moins trois sections de l'appareillage, en y incluant au moins un raccordement au circuit principal (dérivation). Sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur, la dimension du conducteur de raccordement au circuit principal doit être celle de la section minimale qui a les mêmes caractéristiques assignées I_{NCW} .

Une connexion d'essai au circuit principal doit être réalisée par l'intermédiaire du côté déconnecté du jeu de barres et à une extrémité du jeu de barres. L'autre connexion d'essai au jeu de barres doit être réalisée à l'extrémité opposée du jeu de barres ou, au choix du fabricant, la connexion au circuit principal doit être réalisée par l'intermédiaire du côté déconnecté du jeu de barres à l'extrémité de la barre collectrice.

Si éventuellement le jeu de barres a la même caractéristique assignée I_{NCW} que celle du circuit principal, un essai combiné avec celui qui est décrit en 8.3.4.1 est admis.

La procédure d'essai et les critères d'acceptation sont ceux de 8.3.4.1.



IEC 2719/05

Figure 1 – Disposition d'essai pour le courant de courte durée admissible du jeu de barres

8.3.4.3 Essais des circuits de terre

Les conducteurs, les connexions et les dispositifs de mise à la terre d'un appareillage doivent être essayés pour vérifier leurs capacités à résister au courant assigné de défaut à la terre I_{Ncwe} pendant le temps spécifié en condition de retour et/ou de mise à la terre du système; c'est-à-dire, ils doivent être essayés, tels qu'ils sont installés dans l'appareillage, avec tous les éléments constitutifs associés exerçant une influence sur les caractéristiques de fonctionnement ou modifiant le courant de court-circuit. Sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur, la valeur minimale du courant (permanent) de défaut à la terre doit être 10 kA.

L'essai de courant assigné de défaut à la terre doit être effectué en courant continu.

Cet essai s'applique uniquement lorsque des dispositifs de mise à la terre sont employés pour raccorder les conducteurs principaux à la terre du panneau de distribution. Le courant assigné de défaut à la terre est attribué selon cette base. L'acheteur doit attribuer ces caractéristiques assignées selon le chemin de retour associé avec le circuit de terre. Sans quoi, celles-ci sont sujettes à un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Lorsque les dispositifs de mise à la terre sont eux-mêmes des parties amovibles, dans ce cas, les connexions de terre entre la partie fixe et la partie amovible doivent être essayées dans des conditions de défaut à la terre. Le courant de défaut à la terre doit s'écouler entre les conducteurs de terre et le cadre de la partie amovible.

Après l'essai, certaines déformations et dégradations du conducteur de terre (mais pas du conducteur de retour), et des connexions ou des dispositifs de mise à la terre sont admises, toutefois la continuité du circuit doit être préservée.

8.3.5 Vérification du fonctionnement mécanique

8.3.5.1 Appareils de connexion et parties amovibles

Les appareils de connexions doivent répondre parfaitement aux essais spécifiés dans l'IEC 61992-2 ou dans l'IEC 61992-3 avant d'être installés. A titre d'essai de type, les appareils de connexion, lorsqu'installés dans l'appareillage, doivent être manœuvrés 50 fois avec le circuit principal hors tension. Les parties amovibles doivent être insérées 25 fois et retirées 25 fois afin de vérifier un fonctionnement satisfaisant de l'appareil.

8.3.5.2 Verrouillages

Les verrouillages doivent être disposés dans la position prévue pour empêcher la manœuvre des appareils de connexion et l'insertion ou l'extraction des parties amovibles. 50 tentatives doivent être menées pour actionner les appareils de connexion et 25 tentatives doivent être faites pour insérer des éléments amovibles et 25 autres pour les retirer. Durant ces essais, on doit utiliser seulement des forces normales pour les manœuvres et aucun ajustement ne doit être fait sur les appareils de connexion, les parties amovibles ou les verrouillages.

Les verrouillages sont considérés comme satisfaisants, si:

- a) les appareils de connexion ne peuvent pas être manœuvrés;
- b) l'insertion et l'extraction de parties amovibles sont empêchées;
- c) les appareils de connexion, les éléments amovibles et les verrouillages sont en parfait état de fonctionnement et que l'effort de manœuvre est pratiquement le même avant et après les essais.

8.3.6 Vérification du degré de protection

Les essais de vérification de la protection indiquée par le premier numéral doivent être effectués conformément aux exigences spécifiées dans l'Article 12 de l'IEC 60529 concernant la protection contre des accès à des éléments dangereux. Les exigences générales pour les essais doivent se conformer à l'Article 11 de l'IEC 60529.

8.3.7 Essais d'échauffement

Les échauffements des différents éléments constitutifs doivent prendre en référence la température ambiante et ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées dans l'Article 6 de l'IEC 61992-1.

NOTE Du fait de l'échauffement réciproque des appareillages contigus, il est permis que la température ambiante locale de l'air dans le matériel s'écarte de la température ambiante de référence, relevée à l'extérieur de l'enveloppe.

Quand la conception de l'appareillage prévoit des éléments constitutifs ou des dispositions de substitutions, l'essai de l'appareillage doit être effectué avec les éléments constitutifs ou dispositions répondant aux conditions les plus sévères.

8.3.7.1 Température ambiante

La température prise en référence de l'air ambiant, telle qu'elle est définie en 3.2.26 de l'IEC 61992-1, est la température moyenne de l'air à l'extérieur de l'enveloppe. Elle doit être mesurée au cours du dernier quart de la période d'essai et en utilisant au moins trois dispositifs de mesure de température régulièrement répartis autour de l'ensemble, à mi-hauteur et à une distance de 1 m de l'enveloppe. Les dispositifs doivent être protégés des courants d'air extérieurs et des sources de chauffage et de refroidissement.

8.3.7.2 Essai d'échauffement des circuits principaux et des jeux de barres

L'essai doit être effectué conformément à 7.4 de l'IEC 61992-1.

Les dimensions des conducteurs d'essai et la configuration des dispositions d'essai doivent être consignées dans le rapport d'essai et doivent suivre les règles édictées en 7.4 de l'IEC 61992-1.

Il est permis d'établir une disposition des essais d'échauffement pour des circuits principaux sur une section simple de l'appareillage comme le représente la Figure 2. Le circuit principal doit transiter son courant assigné de service I_{Ne} et/ou son courant thermique conventionnel I_{the} (sur accord).

La disposition pour les essais d'échauffement des jeux de barres est présentée dans la Figure 3 et doit comprendre les jeux de barres d'au moins trois sections de l'appareillage. Chaque section de l'appareillage doit contenir son raccordement au circuit principal qui doit être conforme à la caractéristique assignée de courant minimum normal pour la gamme des équipements associés si elle ne transite pas le courant d'essai. Les jeux de barres doivent transiter son courant assigné de service I_{Ne} et/ou son courant thermique conventionnel I_{the} (sur accord).

Les connexions d'essai aux extrémités du jeu de barres doivent être réalisées par l'intermédiaire des extrémités déconnectées du jeu de barre, sinon Les connexions d'essai à l'une ou aux deux connexions du circuit principal doivent être réalisées dans les sections extrêmes de l'appareillage. Les connexions doivent avoir des caractéristiques assignées de conduction pas plus grandes que celles des jeux de barres.

Il est permis au fabricant de combiner les essais du circuit principal et des jeux de barres, lorsque les jeux de barres et le circuit principal ont les mêmes caractéristiques assignées de courant.

Les résultats de l'essai d'échauffement du circuit principal sont ceux mesurés sur cette section du circuit principal et les résultats de l'essai d'échauffement des jeux de barres sont ceux mesurés sur la section centrale des jeux de barres de l'appareillage.

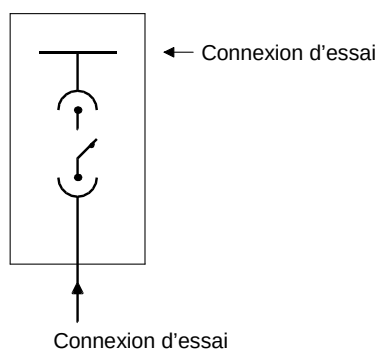


Figure 2 – Disposition d'essai pour l'échauffement des circuits principaux

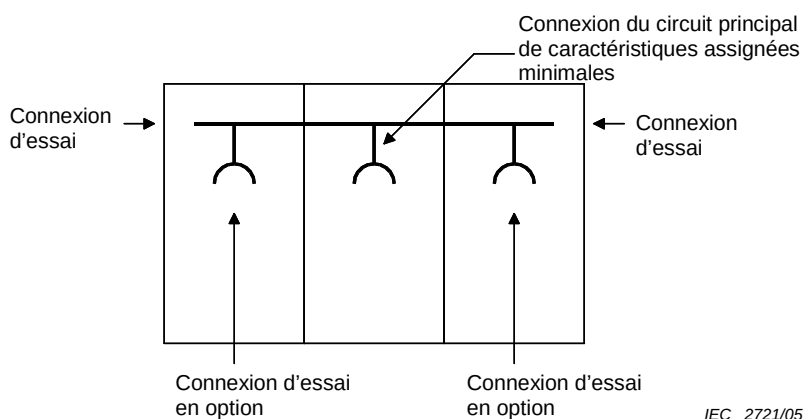


Figure 3 – Disposition d'essai pour l'échauffement des jeux de barres

Il est nécessaire de prendre soin de minimiser les erreurs d'indication résultant de gradients élevés de température.

Lors de l'essai des unités fonctionnelles individuelles, il convient que les unités environnantes conduisent les courants produisant les pertes correspondant aux conditions assignées. Si l'essai ne peut pas être effectué en conditions réelles, il est admis de simuler des conditions équivalentes en utilisant des dispositifs de chauffage ou d'isolation thermique.

8.3.7.3 Essai d'échauffement des circuits des matériels auxiliaires et de commande

Quand, au cours de l'essai de 8.3.7.2, il est peu pratique de charger en même temps tous les circuits auxiliaires et de commande, on doit mesurer et enregistrer les températures locales maximales de tous les compartiments et emplacements où se trouvent des circuits auxiliaires et de commande. L'essai doit être considéré comme satisfaisant si les températures ambiantes locales maximales sont comprises dans la plage de conception des températures ambiantes des matériels auxiliaires et de commande.

Concernant un fonctionnement par intermittence des circuits et des éléments constitutifs, les exigences de 7.4.4 de l'IEC 61992-1 doivent s'appliquer.

8.3.8 Essai de manœuvre électrique

Cet essai de type s'applique lorsque plusieurs appareils de connexion principaux et auxiliaires sont montés dans un seul compartiment afin d'évaluer les influences réciproques des matériels dans un compartiment. Ceci s'applique à la fois pour les appareils de connexion prévus pour fonctionner séparément et pour ceux prévus pour fonctionner en séquence. L'essai est effectué dans des conditions de laboratoire.

La disposition d'essai doit suivre les exigences de 7.3.2 de l'IEC 61992-1.

La procédure d'essai provoque l'ouverture à tour de rôle de tous les appareils de connexion du circuit principal.

Si les appareils de connexion sont prévus pour fonctionner séparément, dans ce cas, ils sont actionnés l'un après l'autre, c'est-à-dire depuis le plus grand vers le plus petit, avec un intervalle maximal de 2 s entre des ouvertures successives.

Si les appareils de connexion sont prévus pour fonctionner en séquence, dans ce cas, celle-ci doit être reproduite en service avec leur propre échelle de temps prévue.

La séquence d'ouverture doit être répétée 5 fois. L'intervalle de temps entre deux séquences d'ouverture successives ne doit pas dépasser 7 s.

Tous les appareils de connexion doivent fonctionner de telle sorte qu'ils coupent le courant assigné de service I_{Ne} à leur tension assignée de service U_{Ne} dans un circuit dont la constante de temps t_c n'est pas inférieure à 0,01 s.

Les autres appareils de connexion doivent couper le plus faible courant, soit le courant assigné de service, soit le courant coupé maximal.

Tous les appareils de connexion doivent avoir passé l'essai avec satisfaction, s'ils continuent à fonctionner correctement et s'ils résistent à un essai de tension comme celui de 8.3.3.3 mais avec une tension alternative efficace égale à $I_{Ne} \times \sqrt{2}$.

Tous les appareils de connexion qui ont été soumis aux essais séparément en essai de type dans des conditions différant des exigences de ce paragraphe (par exemple, en plein air ou dans un compartiment plus grand que celui requis par le compartiment de l'ensemble) doivent avoir leurs essais de manœuvres électriques effectués de nouveau dans ce compartiment de l'ensemble.

Annexe A **(informative)**

Information nécessaire

A.1 Généralités

La présente annexe récapitule les informations qui peuvent être utilisées comme recommandations pour répondre à l'Article 7.

A.2 Spécification de l'approvisionnement

Lorsque cela s'applique, il convient que l'acheteur mentionne les points ci-dessous dans le cahier des charges afin de donner des exigences techniques précises pour les installations particulières.

a) Particularités du système

- 1) la tension du système;
- 2) une description complète du système de traction comprenant les tensions, ligne aérienne/troisième rail/quatrième rail, la mise à la terre (y compris toute liaison de retour aux prises de terre);
- 3) une description des surtensions transitoires et de courte durée qui apparaissent en y incluant les fréquences, les valeurs crêtes et la durée;
- 4) niveaux de défaut à la terre et de courts-circuits du système, y compris la fréquence des pannes;
- 5) description, nombre et caractéristiques assignées des parafoudres rapportés au système.

b) Conditions de service

- 1) conditions de service différant de celles définies comme «normales» (voir 4.1 de l'IEC 61992-1).

c) Particularités de l'installation et de ses élément constitutifs

- 1) détails des édifices dans lesquels les matériels sont à loger;
- 2) exigences détaillées du site d'implantation, en y incluant les plans du site et les références du cadastre;
- 3) dispositions pour le transport et la livraison sur le site en y incluant les dimensions maximales de l'emballage et si besoin les points de livraisons désignés;
- 4) exigences détaillées pour le travail sur site en y incluant les heures de travail anticipées et les modalités d'accès, l'alimentation électrique, etc.

d) Caractéristiques assignées et essais de l'appareillage

- 1) les données mentionnées dans l'Article 5 à fournir par l'acheteur;
- 2) les caractéristiques assignées du courant du jeu de barres sous enveloppe;
- 3) les caractéristiques assignées du courant de courte durée admissible du jeu de barres;
- 4) les exigences des essais spéciaux.

e) Configuration et caractéristiques du panneau de distribution

- 1) schéma à simple trait établissant les emplacements avec identification du matériel couvert par la spécification;
- 2) liste des unités fonctionnelles à fournir et schéma de base de l'ensemble;

- 3) caractéristiques particulières concernant l'Article 6;
 - 4) degré IP requis (voir Tableau 1);
 - 5) exigences particulières de construction, par exemple:
 - i) séparation des circuits de traction, auxiliaires et de commande,
 - ii) compartiments séparés pour le matériel auxiliaire et de commande,
 - iii) le verrouillage de sécurité,
 - iv) appareils de connexion fixes/débrochables et positions d'essai,
 - v) entrées des connexions externes;
 - 6) exigences particulières pour limiter le bruit;
 - 7) exigences particulières de mise à la terre.
- f) Détails des connexions
- 1) les détails sur le nombre et le type de câbles/conducteurs aux bornes du redresseur/d'arrivée;
 - 2) nombre, type et taille des câbles de retour;
 - 3) nombre, type et taille des câbles d'alimentation de voie de départ à raccorder à chaque borne d'alimentation de voie.
- g) Exigence de protection électrique
- 1) schéma détaillé des protections prévues;
 - 2) types (y compris utilisations et catégories), nombre et emplacements détaillés des appareils de connexion que le système de court-circuit au châssis doit déclencher et particularités détaillées des entrées vers le système de court-circuit au châssis depuis des sites distants et du matériel redresseur;
 - 3) exigences pour l'interface au SCADA («Supervisory Control And Data Acquisition»);
 - 4) détails du jeu de barres sous tension et indication de la voie sous tension, si besoin;
 - 5) si des isolateurs de section de bus sont requis;
 - 6) fonctions de refermeture automatique.
- h) Détails de l'alimentation auxiliaire
- 1) tension nominale, comprise dans les limites maximale et minimale, court-circuit maximal et fréquence (si significative) de toutes les alimentations auxiliaires, en y incluant le cas échéant, la tension de traction;
 - 2) caractéristiques assignées pour tout matériel auxiliaire y compris ceux des appareils de connexion principaux;
 - 3) détails de télé-déclenchement, déclenchement d'urgence, et forçage de télé-déclenchement, le cas échéant.

A.3 Spécifications de l'offre du fabricant

Les informations suivantes doivent être fournies dans les spécifications de l'offre du fabricant:

- a) Identification
- 1) le nom du constructeur ou sa marque commerciale;
 - 2) désignation du type;
 - 3) référence à la Norme nationale correspondant à cette norme, par rapport à laquelle le fabricant déclare la conformité;
 - 4) numéro d'enregistrement des certificats des essais de type.
- b) Caractéristiques
- 1) confirmation de la conformité avec les exigences de l'acheteur et liste de tout ce qui est non conforme;

- 2) confirmation de l'aptitude d'utilisation dans des conditions de service particulières (si spécifié);
- 3) tensions assignées, en y incluant les limites maximales de fonctionnement, des circuits principaux, auxiliaires et de commande;
- 4) caractéristiques assignées du matériel;
- 5) tensions assignées d'isolement et tensions assignées au choc des différentes parties de l'ensemble;
- 6) puissance requise à la tension assignée des circuits de commande et auxiliaire;
- 7) échauffements maximaux garantis au courant assigné de service I_{Ne} et /ou courant thermique conventionnel I_{the} des différentes parties de l'ensemble à la température ambiante spécifiée;
- 8) niveau de bruit produit par les appareils de connexion lors de la coupure du courant assigné de service normal (6.15);
- 9) pression assignée de l'air et limites des variations de pression ainsi que la consommation d'air (pour les appareils à commande pneumatique);
- 10) exigences d'accès et d'espace des connexions externes;
- 11) exigence d'espace pour le fonctionnement et la maintenance de l'appareillage, et pour retirer les éléments débrochables;
- 12) accès nécessaire par l'arrière;
- 13) masses estimées de l'ensemble complet d'appareillages et de l'unité de transport la plus lourde;
- 14) principes du schéma envisagé pour la protection électrique;
- 15) principes de sécurité des protections connexes et des verrouillages.

NOTE Les caractéristiques ci-dessus ne sont utilisées que si elles s'appliquent de manière spécifique à l'application.

c) Documentation

Les documents suivants seront fournis à la demande de l'acheteur:

- 1) disposition générale;
- 2) copie des certificats des essais de type.

L'acheteur et le fabricant doivent s'accorder sur la langue à utiliser pour la documentation.

A.4 Informations et données que le fabricant doit fournir à la livraison

Il convient que le fabricant fournisse les informations et données suivantes au moment de la livraison, à moins que celles-ci ne soient déjà dans des catalogues ou que les descriptions n'aient été fournies lors de la constitution de l'offre.

a) Identification

- 1) année de fabrication et numéro de série;
- 2) identification des connexions et des jeux de barres positifs, négatifs et de terre.

b) Caractéristiques

- 1) masses de l'ensemble complet d'appareillages et de l'unité de transport la plus lourde;
- 2) détails du schéma envisagé pour la protection électrique;
- 3) détails de la sécurité des protections connexes et des verrouillages;
- 4) caractéristiques assignées en régime continu de chaque contact auxiliaire des circuits distants;
- 5) ampérage minimal du ou des fusibles (s'il y a lieu) de l'alimentation auxiliaire;

- 6) détail du matériel, s'il y a lieu, fourni en vrac pour une installation distante;
- 7) méthode de fixation au sol de l'ensemble d'appareillages;
- 8) détails des dispositions de maniabilité des chariots de manutention des unités fonctionnelles, s'il y a lieu;
- 9) exigences de ventilation.

NOTE Les caractéristiques ci-dessus ne sont utilisées que si elles s'appliquent de manière spécifique à l'application.

c) Dessins

Il convient que la documentation suivante soit fournie à la demande de l'acheteur:

- 1) disposition générale et élévation en coupe de l'ensemble d'appareillages montrant les dimensions hors tout et l'espace nécessaire aux unités débrochables, les dimensions maximales à l'expédition, le poids net et l'estimation des poids bruts ainsi que la résistance aux chocs des sols;
 - 2) circuit et diagrammes schématiques de tous les circuits;
 - 3) diagramme schématique de tous les circuits arrangés pour le besoin des essais;
 - 4) identification des borniers;
 - 5) disposition schématique du matériel au cours d'essais et pour la maintenance;
 - 6) disposition générale de tout plancher métallique ou zone à laisser non blindée pour le maître d'œuvre en vue de la finition et détails de chargement;
 - 7) manuels d'installation, d'utilisation et d'entretien.
-

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
www.iec.ch