

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Railway applications – Fixed installations – DC switchgear –
Part 1: General**

**Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu –
Partie 1: Généralités**



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, Specifications 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 1: General

Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 1: Généralités

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 45.060

ISBN 978-2-8322-1552-4

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Railway applications – Fixed installations – DC switchgear –
Part 1: General**

**Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu –
Partie 1: Généralités**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions	7
3.1 General terms.....	7
3.2 Performance characteristics	10
3.3 Components	15
3.4 Terms relating to d.c. circuit-breakers, switch-disconnectors and associated relays	20
4 Service conditions and requirements.....	24
4.1 Environmental conditions	24
4.2 Insulation levels.....	24
5 Standard features and conventional assumptions	26
5.1 Standard features and conventional parameters for the main circuit	26
5.2 Standard features for auxiliary and control circuits	27
6 Temperature-rise limits	28
7 Tests	29
7.1 General	29
7.2 Test tolerances.....	30
7.3 Tests on movable devices.....	30
7.4 Temperature-rise test	32
7.5 Dielectric tests.....	33
7.6 Short-circuit and load-switching conditions	34
7.7 Verification of the behaviour during short-time withstand current test.....	36
7.8 Verification of the manual control device for sturdiness and position indicator reliability.....	36
Annex A (normative) Diagrams for tests	38
Annex B (normative) Environmental conditions for indoor installations	40
Annex C (normative) Search of critical currents for d.c. circuit-breakers and switches.....	43
Annex D (informative) Recommended creepage distances.....	45
Annex E (informative) Determination of maximum energy fault location.....	46
Bibliography	49
Figure A.1 – Diagram of the test circuit for checking the making and breaking capacities in short-circuit and load/overload switching conditions	38
Figure A.2 – Typical calibrations and interruption under short-circuit and load/overload switching conditions (two different cases of calibration are represented) (see 7.6)	39
Figure E.1 – Equivalent circuit of a d.c. traction system	48
Figure E.2 – Ratio of $I_{\max E}/I_{ss}$ to T_s/T_c	48

Table 1 – Insulation levels	25
Table 2 – Test circuit parameters for maximum circuit energy	26
Table 3 – Preferred voltages for auxiliary and control circuits [V]	27
Table 4 – Temperature-rise limits for insulated coils	28
Table 5 – Temperature-rise limits for various components	29
Table 6 – Test tolerances	30
Table 7 – Recommended quantities and dimensions of copper bars	33
Table 8 – Values of forces or torques for the tests	37
Table B.1 – Limits of sinusoidal vibrations	41
Table D.1 – Material group identification	45
Table D.2 – Recommended creepage distances, in mm/kV (base U_{Nm})	45

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RAILWAY APPLICATIONS – FIXED INSTALLATIONS – DC SWITCHGEAR –

Part 1: General

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 61992-1 bears the edition number 2.1. It consists of the second edition (2006-02) [documents 9/886/FDIS and 9/908/RVD] and its amendment 1 (2014-04) [documents 9/1790/CDV and 9/1850/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 61992-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

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

- all requirements or procedures applying to more than one part of the IEC 61992 series are now grouped in this part;
- there have been new definitions added for Parts 4, 5, 6 and 7 and also new specifications concerning verification of the behaviour during short-time withstand current test and verification of the manual control device;
- specifications of short-circuit and load-switching tests have been improved.

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

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

- Part 1: General
- Part 2: DC 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: DC 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 1: General

1 Scope

The IEC 61992 series specifies requirements for d.c. switchgear and controlgear and is intended to be used in fixed electrical installations with nominal voltage not exceeding 3 000 V d.c., which supply electrical power to vehicles for public guided transport, i.e. railway vehicles, tramway vehicles, underground vehicles and trolley-buses.

This Part 1 specifies general requirements.

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 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-446:1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 446: Electrical relays*

IEC 60050-605:1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 605: Generation, transmission and distribution of electricity – Substations*

IEC 60050-811:1991, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 811: Electric traction*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60099-1:1999, *Surge arresters – Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems*

IEC 60099-4:2004, *Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems*

IEC 60269-1:1998, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60721 (all parts), *Classification of environmental conditions*

IEC 60850:2000, *Railway applications – Supply voltage of traction systems*

IEC 60913:1988, *Electric traction overhead lines*

IEC 60947 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear*

IEC 62271-200: 2003, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

EN 50124-1:2001, *Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for electrical and electronic equipment*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-441, IEC 60050-446, IEC 60050-605, IEC 60050-811, IEC 60099-1, IEC 60099-4, IEC 60947, IEC 62271-200, and EN 50124-1 as well as the following apply.

3.1 General terms

3.1.1 switchgear

general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective and regulating equipment; it covers also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures and supporting structures

NOTE For the sake of simplicity, in this standard the term “switchgear” means “switchgear and controlgear”.

3.1.2 d.c. switchgear and controlgear assembly

combination of one or more d.c. switching devices together with associated control, measuring, signalling, protective, regulating equipment, etc. completely assembled under the responsibility of the supplier, with all the internal electrical and mechanical interconnections and structural parts

NOTE 1 Throughout the IEC 61992 series, the abbreviation switchgear assembly is used for a d.c. switchgear and controlgear assembly.

NOTE 2 The components of the switchgear assembly may be electromechanical or electronic.

NOTE 3 An enclosure, but not an integral enclosure, when housing a switching device and some associated controlgear, may be considered as a switchgear assembly.

3.1.3 switching device

device designed to make or break the current in one or more electric circuits

[IEV 441-14-01]

3.1.4 d.c. circuit-breaker

switching device capable of making, carrying and breaking direct currents under normal circuit conditions and also making, carrying (up to a specified limit and for a specified time) and breaking currents under specified abnormal conditions, such as those of short-circuit

3.1.5 d.c. disconnecter

mechanical switching device, which provides, in the open position, for safety reasons, an isolating distance in accordance with specified requirements

NOTE 1 The disconnecter is capable of opening and closing a circuit when either negligible d.c. current is broken or made, or when no significant change in the voltage across the terminals of the disconnecter occurs. It is also capable of carrying d.c. currents under normal circuit conditions and carrying, for a specified time, currents under abnormal conditions such as those of short-circuit.

NOTE 2 A disconnecter is not suitable for making or breaking load current, fault current or other current arising from the effects of lightning or transient phenomena.

NOTE 3 A disconnecter is only able to make or break current of very limited magnitude such as those arising from electrostatic charging or discharges across undamaged insulation. The ability to make or break minimum currents

due to eventual marginal transient conditions of the network is subject to agreement between purchaser and supplier.

3.1.6

switch-disconnector

mechanical switching device capable of making, carrying and breaking currents in normal circuit conditions and, when specified, in given operating overload conditions. In addition, it is able to carry, for a specified time, currents under specified abnormal circuit conditions, such as short-circuit conditions. Moreover, it complies with the requirements for a disconnector (see 3.1.5)

NOTE 1 When specified, a switch-disconnector may be designed for making short-circuit currents, but not for breaking the same.

NOTE 2 Outdoor switch-disconnectors, in given special conditions, may be required to be suitable for breaking overload currents of specified amplitude.

3.1.7

earthing switch

mechanical switching device for earthing parts of the circuit, capable of withstanding for a specified time, currents under abnormal conditions such as those of short circuit, but not required to carry current under normal conditions of the circuit

NOTE An earthing switch may have a short-circuit making capacity (see 3.2.23).

[IEV 441-14-11]

3.1.8

low-voltage limiter

device intended to be in parallel in those parts of a traction system where overvoltages are expected having the function of limiting the voltage to predetermined values

3.1.9

d.c. sensor

device used for detecting a current or a voltage in a d.c. main circuit, which produces an output signal, proportional to and linear (over a range) with the primary input, for connection to a secondary device which acts on the signal

3.1.10

d.c. shunt

device connected in the primary circuit, usually composed of metal grids, that provides a millivolt output proportional to the current following in the primary circuit

3.1.11

isolating transducer

device which is interposed between the output of a sensor in the main circuit and the input of a secondary device used for measurement or protection, and used to provide an output isolated from the main circuit and, usually, at lower voltage

3.1.12

Hall effect sensor

type of sensor which fits around the main circuit current carrying conductor and uses a single or multiple Hall effect cells situated in the magnetic field of an iron circuit and which is energised by the current in the main conductor

3.1.13

divider

bank of resistors connected across the main supply with a footing resistor used as the output, which gives a voltage proportional to the main supply. This output is connected either directly or indirectly through an isolation transducer to the voltage terminals of the secondary device

3.1.14 operation

motion of the moving contact(s) from one position to another position, for example open to close or open to earth

NOTE 1 This may be a closing operation or an opening operation.

NOTE 2 If a distinction is necessary, the terms "electrical operation" (for example make and break) and "mechanical operation" (for example closing and opening) should be used.

NOTE 3 The position of a switching device where the continuity of the main circuit is assured is indicated as "close" position.

NOTE 4 The position of a switching device where the prescribed distance between the contacts of the switching device is assured is indicated as "open" position.

3.1.15 operating cycle (of a mechanical switching device)

succession of operations from one position to another and back to the first position through all other positions, if any

[IEV 441-16-02]

3.1.16 dependent manual operation (of a mechanical switching device)

operation solely by means of directly applied manual energy, such that the speed and force of the operation are dependent upon the action of the operator

[IEV 441-16-13]

3.1.17 stored energy operation (of a mechanical switching device)

operation by means of energy stored in the device itself prior to the completion of the operation and sufficient to complete it under predetermined conditions

NOTE This kind of operation may be subdivided according to

- a) the energy storage mode (spring, weight, etc.);
- b) the origin of the energy (manual, electric, etc.);
- c) the energy releasing mode (manual, electric, etc.).

[IEV 441-16-15]

3.1.18 independent manual operation (of a mechanical switching device)

stored-energy operation where the energy originates from manual power, stored and released in one continuous operation, in such a way that the speed and force of the operation are independent from the action of the operator

[IEV 441-16-16]

3.1.19 independent power operation

operation by means of energy where the energy originates from an external power source and is released in a single continuous operation, in such a way that the speed and force of the operation are independent from the action of the operator

3.1.20 switching device with interlock preventing opening and/or closing operations

switching device in which an operation (closing and/or opening) is prevented by interlocking means reflecting given system conditions

3.1.21

utilisation category (of a switching device)

combination of specified requirements related to the condition in which the switching device fulfils its purpose, selected to represent a characteristic group of practical applications

[IEV 441-17-19, modified]

NOTE The specified requirements may concern, for example the values of the making capacities, if applicable, breaking capacities and other characteristics, the associated circuits and the relevant conditions of use and behaviour. The term "duty" used elsewhere in the standard corresponds to a particular aspect of the utilisation category.

3.1.22

unidirectional switching device

switching device (for example a circuit-breaker), the purpose of which is to interrupt d.c. current which is flowing in a prescribed direction through that device, and which is identified accordingly

3.1.23

bidirectional switching device

switching device (for example a circuit-breaker), the purpose of which is to interrupt d.c. current which flows in either direction through that device, and which is identified accordingly

NOTE Proof of bidirectional ability is included in the interrupting type tests.

3.2 Performance characteristics

3.2.1

Voltages

3.2.1.1

nominal voltage

U_n

voltage by which an installation or part of an installation is designated

3.2.1.2

Limits of system voltages

3.2.1.2.1

highest system voltage

U_{max}

highest value given for the voltage in the continuous operating conditions U_{max1} specified in IEC 60850

3.2.1.2.2

lowest system voltage

U_{min}

lowest value given for the voltage in the continuous operating conditions U_{min1} specified in IEC 60850

3.2.1.3

rated insulation voltage

U_{Nm}

maximum value of the d.c. voltage for which the equipment is designed in respect to its insulation

3.2.1.4

rated voltage

U_{Ne}

voltage value, given by the manufacturer, which, combined with rated service current, determines the utilisation of the equipment and to which the corresponding tests and utilisation categories, if any, relate

NOTE The rated voltage may differ from the nominal voltage by a quantity within permitted tolerances.

3.2.1.5

rated auxiliary and control supply voltage

voltage measured at the circuit terminals of the apparatus during its operation, including, if necessary, the auxiliary resistors or accessories supplied or required by the manufacturer to be installed in series with it, but not including the conductors to the electrical supply

3.2.1.6

Voltages of surge arresters and low voltage limiters

3.2.1.6.1

rated voltage of a gapped arrester

U_r

maximum d.c. voltage value between terminals at which the surge arrester is designed to withstand continuously

3.2.1.6.2

rated voltage of a gapless arrester

U_r

maximum d.c. voltage value between terminals at which the surge arrester is designed to operate correctly under temporary overvoltage conditions as established in the operating duty tests (see 4.7.5 of IEC 61992-5). The rated voltage is used as a reference parameter for the specification of the operating characteristics

3.2.1.6.3

rated voltage of a low-voltage limiter

U_r

the maximum d.c. voltage value between terminals which the low-voltage limiter is designed to withstand continuously

3.2.1.6.4

maximum continuous operating voltage of a gapless arrester

U_c

voltage which corresponds to U_{max} defined in 3.2.1.2.1

3.2.1.6.5

protective voltage level of a gapped arrester

U_p

crest value, declared by the supplier, higher than the maximum of the three voltage values between the surge arrester terminals: residual voltage at I_n , maximum standard lightning impulse sparkover voltage, maximum front of wave impulse sparkover voltage, the latter divided by 1.15

3.2.1.6.6

protective voltage level for gapless arrester

U_p

impulse protection level of the arrester covering the maximum residual voltage for the nominal discharge current I_n

3.2.1.6.7

maximum withstand voltage of a low-voltage limiter

U_w

maximum peak voltage value between terminals at which the current in the voltage limiter is zero or limited to specified values (leakage current)

3.2.1.6.8

maximum sparkover voltage of a low-voltage limiter

U_s

maximum voltage value between terminals at which a gapped voltage limiter is designed to make a connection between terminals such as to limit the difference of potential between the same to a safe value

3.2.1.7

rated impulse withstand voltage

U_{Ni}

peak value of an impulse voltage of prescribed form and polarity which the equipment is capable of withstanding to, without failure, under the specified test conditions

3.2.1.8

power-frequency voltage withstand level (dry and wet)

U_a

power-frequency test voltage level which, when withstood by the equipment, proves the integrity of its insulation in operating conditions

3.2.1.9

recovery voltage

voltage which appears across the terminals of a switching device after the breaking of the current

[IEV 441-17-25, modified]

3.2.1.10

maximum arc voltage

$\hat{U}_{arc}$

maximum voltage appearing across the switching device during arcing

3.2.2

prospective current

current that would flow in the circuit if the device was replaced by a conductor of negligible impedance

[IEV 441-17-01, modified]

NOTE The prospective current may be qualified in the same way as a real current: prospective broken current, peak value of the prospective current, etc.

3.2.3

conventional free-air thermal current

I_{th}

current which may be used for the temperature-rise test of an equipment in free-air (see notes 1 and 2). This value is equal to or greater than the maximum value of the rated service current I_{Ne} of the equipment

NOTE 1 Free-air is the indoor air existing in normal conditions, reasonably free from dust and external radiations.

NOTE 2 A free-air device is a device supplied by the manufacturer without an enclosure (see 3.3.16) or a device supplied by the manufacturer with an integral enclosure (see 3.3.17).

3.2.4

conventional enclosed thermal current

I_{the}

current stated by the manufacturer which may be used for the temperature-rise tests of the equipment when mounted in a specified enclosure

This value is equal to or greater than the maximum value of the rated service current I_{Ne} of the enclosed equipment

3.2.5 rated service current

I_{Ne}

value of current stated by the manufacturer taking into account the rated voltage (see 3.2.1.4), the continuous duty and the utilisation category (see 3.1.21) and the protective enclosure type, if any

NOTE 1 Any current exceeding I_{Ne} is an overload condition.

NOTE 2 If a load cycle is specified by the purchaser, it should define the steady-state currents before and after the load cycle. If the temperature-rises resulting from the load cycle exceed the temperature-rise limits, then a higher rated service current needs to be used.

3.2.6 Currents of surge arresters and low voltage limiters

3.2.6.1 nominal discharge current of a gapped arrester

I_n

peak value of discharge current, having an 8/20 wave-shape, which is used to classify an arrester. It is also the discharge current which is used to initiate follow-through current in the operating duty test

3.2.6.2 nominal discharge current of a gapless arrester

I_n

peak value of lightning current impulse (see IEC 60099-4) which is used to classify an arrester

3.2.6.3 long term withstand current of a low-voltage limiter

I_w

current that a low-voltage limiter is able to withstand for 1 800 s in specified conditions

3.2.6.4 leakage current of a low-voltage limiter

current which flows between terminals of a low-voltage limiter when U is applied under nominal service conditions

3.2.7 rated short-time withstand current

I_{Ncw}

current that a circuit or a switching device in the closed position can carry, during a specified short time under prescribed conditions of use and behaviour

3.2.8 rated earth fault current (of a switchgear assembly)

I_{Ncwe}

maximum short-time withstand current which can be carried in the earthing circuit

3.2.9 short-circuit current

I_{ss}

prospective sustained current resulting from a short circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit

3.2.10 rated short-circuit current

I_{Nss}

maximum value of the prospective sustained short-circuit current that the device will carry

3.2.11

peak of the short-circuit current

$\hat{I}_{ss}$

peak prospective value of the short-circuit current under transient conditions

3.2.12

cut-off current

maximum instantaneous value of current attained during the breaking operation of a switching device

[IEV 441-17-12, modified]

3.2.13

circuit time constant

t_c

value of the ratio of inductance over resistance of the circuit

3.2.14

track time constant (of a line)

T_c

time constant of the track itself plus all parts on the load side of a switching device, including the contact line (overhead contact line or third rail), the return circuit and any low-frequency or high-frequency impedance bonds

3.2.15

rated track time constant (of a switching device)

T_{Nc}

conventional value assigned to a switching device describing the capability of the device to break inductive short-circuit currents under specified conditions

3.2.16

source time constant

T_s

time constant of the d.c. source on the incoming supply side of a switching device, including the a.c. supply network, the rectifier conversion equipment, smoothing reactors, the d.c. connections in the substation and the feeder and return connections between substation and track

3.2.17

breaking current

current of a switching device at the instant of initiation of the contact separation during a breaking process

3.2.18

breaking capacity

value of the prospective breaking current that a switching device is capable of breaking at a stated voltage and under prescribed conditions of use and behaviour

[IEV 441-17-08, modified]

3.2.19

rated short-circuit breaking capacity

breaking capacity for which prescribed conditions include a short circuit at the load terminals of the switching device

3.2.20 critical current

I_c

value of breaking current, less than the rated short-circuit breaking current, at which the arcing time is a maximum and is significantly longer than at the rated short-circuit breaking current

NOTE It can be a current or a range of currents which produce this effect. See Annex C.

3.2.21 maximum circuit-energy short circuit

$I_{max E}$

short circuit having the maximum possible value of circuit energy, which normally occurs at a short distance along the track from the substation

3.2.22 making capacity

value of the prospective making current that a switching device is capable of making at a stated voltage, under prescribed conditions of use and behaviour

[IEV 441-17-09]

3.2.23 rated short-circuit making capacity

making capacity for which the prescribed conditions include a short circuit at the load side terminals of the switching device

3.2.24 distant fault short-circuit

short circuit at a position remote from the switching device interrupting the fault

3.2.25 disruptive discharge

phenomenon associated with the failure of insulation, under electrical stress, in which the discharge completely bridges the insulation under test, reducing the voltage between the electrodes to zero or nearly to zero

NOTE 1 The term applies to discharges in solid, liquid and gaseous dielectrics and to combination of these.

NOTE 2 A disruptive discharge in a solid dielectric produces permanent loss of dielectric strength (non-self restoring insulation).

NOTE 3 The term “sparkover” is used when a discharge occurs in a gaseous or liquid dielectric.

NOTE 4 The term “flashover” is used when a disruptive discharge occurs over the surface of a solid dielectric in gaseous or liquid medium.

NOTE 5 The term “puncture” is used when a disruptive discharge occurs through a solid dielectric.

3.2.26 ambient air temperature (of a switchgear)

temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the enclosure or switchgear

3.2.27 initial rate of rise

rate of rise at the beginning of the current flow

3.3 Components

3.3.1 component

essential part of the switchgear which serves a specific function (for example, circuit-breaker, disconnector, switch, fuse, shunt, voltage and current transducers, bushing, busbar, etc.)

3.3.2

conductive part

part which is capable of conducting current, although it may not necessarily be used for carrying service current

[IEV 441-11-09]

3.3.3

exposed conductive part

conductive part which can readily be touched and which is not normally live, but which may become live under fault conditions

[IEV 441-11-10]

NOTE 1 A conductive part of electrical equipment which can only become live under fault conditions through an exposed conductive part is not considered to be an exposed conductive part.

NOTE 2 Typical exposed conductive parts are enclosure walls, etc.

3.3.4

live part

conductor or conductive part intended to be energised in normal use, including, if applicable, the return conductor

NOTE The return circuit of the switchgear may be considered as either a live or an earthed part. The rated insulation voltage of the return circuit is stated by the purchaser.

3.3.5

clearance

distance between two conductive parts along a string stretched along the shortest distance between these conductive parts

3.3.6

clearance to earth

distance between any conductive part and any part earthed or intended to be earthed

3.3.7

Clearances between the main contacts

3.3.7.1

clearance between open contacts

distance between the contacts, or any conductive part connected to the contacts, of a mechanical switching device in the open position

3.3.7.2

isolating distance

clearance between open contacts satisfying the safety requirements specified for switching devices

3.3.8

creepage distance

shortest distance along the surface of the insulating material between two conductive parts

NOTE A seal between two portions of insulating material is considered to be a part of the surface.

3.3.9

Circuits at main supply voltage

3.3.9.1

main circuit (of a switching device)

all conductive parts of a switching device included in the circuit which is designed to close and open

3.3.9.2

main circuit (of a switchgear assembly)

all conductive parts of a switchgear assembly which are at the main supply voltage, carrying power current, but excluding the busbars

3.3.9.3

busbars (of a switchgear assembly)

conductive parts of a switchgear assembly, at the main supply voltage, which are intended to distribute power current to one or more functional units

3.3.10

Main circuit contacts

3.3.10.1

main contact (of a mechanical switching device)

contact included in the main circuit of a mechanical switching device, intended to carry, in the close position, the current of the main circuit

3.3.10.2

arcing contact

contact on which the arc (if any) is intended to be established

NOTE An arcing contact may serve as a main contact: it may be a separate contact so designed that it opens after, and closes before, another contact which it is intended to protect from damage.

3.3.11

control circuit (of a switching device)

conductive parts of a switching device, other than those parts forming the main circuit, forming a circuit used to control and actuate the making and breaking operations of the switching device

3.3.12

auxiliary circuit (of a switching device)

conductive parts of a switching device forming a circuit differing from the main circuit and the control circuit

3.3.13

auxiliary circuit (of a switchgear assembly)

all conductive parts of switchgear included in a circuit (other than the main circuit) intended to control, measure, signal and regulate

NOTE The auxiliary circuits of a switchgear include the control and auxiliary circuits of the switching devices.

3.3.14

transport unit

part of a switchgear suitable for shipment without being dismantled

3.3.15

functional unit

part of a switchgear comprising all the components of the main circuits and auxiliary circuits that contribute to the fulfilment of a single function

NOTE Functional units may be distinguished according to the function for which they are intended, for example incoming unit, outgoing unit, etc.

3.3.16

enclosure

part providing a specified degree of protection of the equipment against certain external influences specified and a specified degree of protection against approach to or contact with live parts and against contact with moving parts

3.3.17

integral enclosure

enclosure which forms an integral part of the equipment

3.3.18

compartment

part of switchgear which is enclosed except for openings necessary for interconnections, control and/or ventilation

NOTE 1 A compartment may be designated by the main component contained therein, for example, circuit-breaker compartment, a busbar compartment, etc.

NOTE 2 Openings necessary for interconnections between compartments are closed with bushings or other equivalent means.

NOTE 3 Busbar compartments may extend through several functional units without the need for bushings or other equivalent means.

3.3.19

partition

part of switchgear separating one compartment from other compartments

3.3.20

shutter

part of switchgear that can be moved from a position where it is a part of the enclosure or partition shielding the live parts to a position where it permits contacts of a removable part to engage live parts

3.3.21

bushing

structure carrying one or more conductors through an enclosure and insulating it therefrom, including the means of attachment

3.3.22

removable part

part of switchgear that may be removed entirely from the metal-enclosed switchgear and replaced, even when the main circuit is alive

3.3.23

withdrawable part

removable part of a switchgear that can be moved to positions in which an isolating distance or segregation between open contacts is established, while the part remains mechanically attached to the enclosure

3.3.24

service position (connected position) of a removable part

position of a removable part in which it is fully connected for its intended function

3.3.25

test position (of a withdrawable part)

position of a withdrawable part in which an isolating distance or segregation is established in the main circuit and in which the control circuits are connected

3.3.26

disconnected position (of a withdrawable part)

position of a withdrawable part in which an isolating distance or segregation is established in the circuits of the withdrawable part, that part remaining mechanically attached to the enclosure

NOTE In switchgear, the auxiliary circuits may not be disconnected.

3.3.27

removed position (of a removable part)

position of a removable part when it is outside and mechanically and electrically separated from the enclosure

3.3.28

Types of switchgear

3.3.28.1

metal-enclosed switchgear

switchgear assemblies with an external metallic enclosure intended to be earthed and complete except for external connections

NOTE The metal-enclosed switchgear is subdivided into three types:

- metal-clad switchgear;
- compartmented switchgear (with one or more non-metallic partitions);
- cubicle switchgear.

3.3.28.2

metal-clad switchgear

metal-enclosed switchgear in which components are arranged in separate compartments with metal partitions intended to be earthed

NOTE 1 This term applies to metal-enclosed switchgear with metal partitions providing the degree of protection (or higher) included in IEC 61992-6 and having separate compartments at least for the following components:

- each main switching device;
- components connected to one side of a main switching device, for example, feeder circuit;
- components connected to the other side of the main switching device, for example, busbars; where more than one set of busbars is provided, each set is in a separate compartment.

NOTE 2 Metal-enclosed switchgear having metal partitions and meeting all the requirements of NOTE 1 may utilise an insulating shutter barrier as a part of a shutter arrangement, the combination of which provides the degree of protection included in Table 1 of IEC 61992-6 (or higher) and satisfies the requirements of the standard for partitions and shutters made of insulating material.

3.3.28.3

compartmented switchgear (with non-metallic partitions)

metal-enclosed switchgear in which components are arranged in separate compartments as for metal-clad switchgear, but with one or more non-metallic partitions providing the degree of protection (or higher) included in Table 1 of IEC 61992-6

NOTE Metal-enclosed switchgear in which the main circuit components are individually embedded in solid insulating material can be considered as an alternative, provided that the conditions specified in IEC 60466 are met.

3.3.28.4

cubicle switchgear

switchgear, other than metal-clad and compartmented switchgear

NOTE This term applies to switchgear having a metal enclosure and having

- a number of compartments fewer than required for metal-clad or compartmented switchgear, or
- partitions having a degree of protection lower than those indicated in Table 1 of IEC 61992-6, or
- no partitions.

3.3.29

degree of protection

degree of protection provided by an enclosure to protect persons against contact with or approach to live parts and against contact with moving parts inside the enclosure and to protect the equipment against ingress of solid bodies (see IEC 60529)

3.4 Terms relating to d.c. circuit-breakers, switch-disconnectors and associated relays

3.4.1

air d.c. circuit-breaker

d.c. circuit-breaker which exclusively operates by means of contacts which open and close in air at atmospheric pressure

3.4.2

gas circuit-breaker

~~not in use for d.c. applications~~

3.4.3

semiconductor circuit-breaker

circuit-breaker designed to make and/or break the current in an electric circuit by means of the controlled conductivity of a semiconductor

NOTE There may be mechanical contacts associated with these semiconductor devices.

3.4.4

line circuit-breaker

L

circuit-breaker used to connect or disconnect a power line circuit to a d.c. source of supply. The power line circuit is that circuit which transmits the electrical energy to the electrical machines and traction equipment on the vehicles. These circuit-breakers are fitted with electrical protection and tripping devices. Line circuit-breakers are used to disconnect the track line from the energised busbar

NOTE Line circuit-breakers are always trip-free circuit-breakers (see 3.4.11).

3.4.5

rectifier circuit-breaker

R

circuit-breaker that connects the output of the rectifier to the energised busbar of the switchboard

NOTE 1 Rectifier circuit-breakers are fitted with a reverse series trip device to disconnect the rectifier from the d.c. busbar in the event of a rectifier fault. These circuit-breakers are unidirectional in operation and they have a short-time rating in the forward direction.

NOTE 2 The terms "forward" and "reverse" relate to the normal flow of energy.

3.4.6

interconnecting circuit-breaker

I

circuit-breaker used to couple or uncouple different portions of the contact line network

NOTE These circuit-breakers are sometimes called bus-section or section circuit-breakers.

3.4.7

Current limiting circuit-breakers

3.4.7.1

high speed current limiting circuit-breaker

H

circuit-breaker with a break time sufficiently short to prevent the short-circuit current reaching the peak value it would have attained without interruption

3.4.7.2

very high-speed current-limiting circuit-breaker

V

circuit-breaker in which the opening time is shorter than that of type H. Detailed characteristics are defined in item b) of 5.2 of IEC 61992-2

3.4.7.3 **cut-off current limiting circuit-breaker**

C

circuit-breaker which operates in order to limit the cut-off current within a specified value

Note 1 to entry: Detailed characteristics are defined in item b) of 5.2 of IEC 61992-2, A1:2014.

3.4.8 **semi-high speed circuit-breaker**

S

circuit-breaker in which interruption of the current is ensured, but no current limitation may take place

3.4.9 **circuit-breaker or switch-disconnector with lock-out preventing closing**

switching device in which the closing of the main contacts in the main circuit is prevented when the closing command is given and/or maintained and at the same time conditions (for example, control signals from overload or short-circuit electrical protection) which require the circuit-breaker to open are present

3.4.10 **tripping (operation)**

opening operation of a switching device initiated by a relay or release

3.4.11 **trip-free circuit-breaker**

circuit-breaker in which the moving contacts return to and remain in the open position when the tripping operation is initiated after the initiation of the closing operation, even if the closing command is maintained

NOTE To ensure proper breaking of the current which may have been established, it may be necessary that the contacts momentarily reach the closed position.

3.4.12 **release (of a mechanical switching device)**

device, mechanically connected to a mechanical switching device, which releases the holding means and permits the opening or closing of the switching device

NOTE 1 The term "release" refers here to any device, with mechanical action, used for a tripping operation, when the specified conditions are met in the input electrical circuits of the device.

NOTE 2 A circuit-breaker can have several releases, each becoming operational according to specified conditions.

NOTE 3 A release can be made up of mechanical, electromagnetic or electronics parts.

3.4.13 **relay (of a mechanical switching device)**

device, electrically connected to a release fitted on the operating mechanism of a switching device, which permits the operation of the switching device

NOTE 1 The term "relay" refers here to any device, with electrical action, used for actuating a tripping operation, when the specified conditions are met in the input electrical circuits of the device.

NOTE 2 A circuit-breaker can have several relays, each becoming operational according to specified conditions.

NOTE 3 A relay can be made up of electromagnetic or electronics parts.

3.4.14

overcurrent relay or overcurrent release

relay or release which causes a mechanical switching device to open with or without time-delay when the current in the relay or release exceeds a predetermined value

3.4.14.1

direct overcurrent relay or direct overcurrent release

overcurrent relay or release directly energised by the current in the main circuit of a switching device

3.4.14.2

indirect overcurrent relay or indirect overcurrent release

overcurrent relay or release energised by the current in the main circuit of a switching device through a shunt or a sensor

3.4.15

series overcurrent relay or series overcurrent release

relay or release designed as part of the main circuit of the circuit-breaker

NOTE The opening operation of the circuit-breaker can be otherwise caused by other relays or releases specific to the traction equipment (differential relays, thermal relays, etc.).

3.4.16

instantaneous relay or instantaneous release

relay or release which operates without an intentional delay

3.4.17

release auxiliary switch

auxiliary switch operated by the relay or release to indicate of their operation under fault conditions. Such an auxiliary switch may have a time delay reset

3.4.18

shunt relay or shunt release

relay or release fed by an independent voltage source

3.4.19

undervoltage relay or undervoltage release

relay or release which causes opening of the switching device when the voltage appearing at switching device terminals falls below a selected value

3.4.20

current setting (of a series overcurrent relay or release)

value of the current of the main circuit to which the operating characteristic of the relay or release relate and for which the relay and release are adjusted

NOTE A relay or release may have more than one current setting.

3.4.21

current setting range (of a series overcurrent relay or release)

range limited by minimum and maximum values between which the value of the current setting of the relay or release can be selected

3.4.22

anti pumping device

device which prevents reclosing after a close-open operation as long as the device initiating closing is maintained in the position of closing

3.4.23 Breaking characteristics

3.4.23.1 opening time

t_i

interval of time between the specified instant of initiation of the opening operation and the instant when all contacts have separated in the main circuit.

The opening of a circuit-breaker may be caused by a series in-built overcurrent relay (or release) (see 3.4.23.3) or by a different device (see 3.4.23.4)

3.4.23.2 overcurrent opening time

opening time for an overcurrent relay or release

3.4.23.3 opening time with command from the series overcurrent relay (or series overcurrent release)

interval of time between the instant when the current in the main circuit reaches the value of the current setting (of the relay or of the release) and the instant of separation of all contacts

3.4.23.4 opening time controlled by a device other than an overcurrent relay (or overcurrent release)

interval of time between the instant of the initiation of the variation in the control energy (by emission or by loss of energy) causing initiation of the opening operation and the instant of separation of all contacts

3.4.23.5 arcing time

t_a

interval of time between the instant of the initiation of the arc and the instant of final arc extinction

3.4.23.6 total break time

t_b

interval of time between the beginning of the opening time and the current extinction

$$t_b = t_i + t_a$$

3.4.23.7 Joule integral

I^2t

integral of the square of the current in a circuit-breaker during the breaking process, over the total break time

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

where

t_0 is the beginning of the opening time,

t_1 is the final time of current extinction.

Joule integral may be also considered for the arcing time only.

3.4.23.8

characteristic I^2t of a circuit-breaker

information (generally a curve) giving the values of I^2t (corresponding to the total break-time) as a function of the prospective current (at the corresponding voltage, for specified conditions of the current setting of the relay or release) and the time constant of the test circuit

3.4.23.9

total break time – current characteristic

curve giving the break time as a function of the prospective current for specified conditions as the current setting of the relay or release, and the time constant of the test circuit

3.4.23.10

cut off (current) characteristic

curve giving the cut off current as a function of the prospective current for specified conditions as the current setting of the release, and the time constant of the test circuit

3.4.24

hybrid d.c. circuit breaker

circuit breaker consisting of a mechanical switching element for current conduction and a parallel electronic quenching circuit for current breaking

4 Service conditions and requirements

4.1 Environmental conditions

Environmental conditions for indoor equipment are specified in Annex B.

Equipment suitable to be installed under normal conditions as specified in Annex B, does not require special prescriptions in the tendering or ordering stage.

Conditions of service where one or more of the normal conditions are exceeded are to be considered as abnormal conditions of service. In all such cases, additional requirements for the equipment shall be agreed between purchaser and supplier.

Where conditions of service are abnormal, particular tests or particular features in the tests either indicated in the standards or, if not indicated, agreed upon between purchaser and supplier may prove the suitability of the equipment to be used in the stated abnormal conditions.

4.2 Insulation levels

The enquiry and the order, as well as the nameplate, shall indicate (in the ways indicated in the appropriate parts of the IEC 61992 series) the applicable rated insulation voltage and the rated impulse level.

Insulation levels and clearances are given in Table 1.

Recommended values for creepage distances are given in Annex D.

Switching surges are taken into consideration for specific pieces of equipment, and are mentioned in the appropriate parts of this standard. Unless otherwise indicated, the voltage level to be considered for switching surges is the same as stated for the lightning impulse surges.

Inside the apparatus under consideration and between the apparatus itself and its earthed metallic enclosure or its enclosure made of suitable insulating material, lower distances than the minimum values prescribed in Table 1 are acceptable. Then suitable type tests shall show

that no discharge occurs and that the given insulation and clearances are sufficient in the ambient conditions actually occurring or likely to occur during normal service operation.

Table 1 – Insulation levels

U_n	U_{Ne}	U_{Nm}	OV	U_{Ni}		U_a		Clearance indoor		Clearance outdoor	
				A	B	A	B	A	B	A'	B'
kV	kV	kV		kV	kV	kV	kV	mm	mm	mm	mm
0,6	0,72	0,9	3	6	7,2	2,8	3,4	10	12	18	22
			4	8	9,6	3,6	4,3	14	17	21	25
0,75	0,9	1,2	3	8	9,6	3,6	4,3	14	17	21	25
			4	12	14,4	5,5	6,6	22	26	27	32
0,75	0,9	1,8	3	10	12	4,6	5,5	18	22	23	28
			4	15	18	6,9	8,3	27	32	33	40
1,5	1,8	2,3	3	12	14,4	5,5	6,6	22	26	27	32
			4	18	21,6	8,3	10	32	38	39	47
1,5	1,8	3	3	15	18	6,9	8,3	27	32	33	40
			4	20	24	9,2	11	36	43	43	52
3	3,6	3,6	3	25	30	11,5	13,8	45	54	53	64
			4	30	36	14	16,8	54	65	63	76
3	3,6	4,8	3	30	36	14	16,8	54	65	63	76
			4	40	48	18,5	22,2	72	86	82	98
3	4,8	6,5	3	40	48	18,5	22,2	72	86	82	98
			4	50	60	23	27,6	91	109	101	121
Column U_n = nominal voltage U_{Ne} = rated voltage U_{Nm} = rated insulation voltage U_{Ni} = rated impulse voltage U_a = power frequency withstand voltage level			Origin of values (IEC 60850) (EN 50124-1, A.2) A (EN 50124-1, A.2) B $\cong$ A $\times$ 1,2 A (EN 50124-1, B.1) B $\cong$ A $\times$ 1,2			A : to earth and between phases – indoor. B : across an isolating distance if applicable – indoor. A' and B' as A and B but outdoor.					
Clearances for A and A' conditions are taken from EN 50124-1, Table A.3 considering PD4 as recommended value for indoor equipment, and PD4A as recommended value for outdoor equipment. For B and B' the values are obtained from A and A' respectively, multiplied by 1,2.											
NOTE 1 For values up to U_{Nm} = 2,3 kV, OV3 category is considered adequate and is internationally recognised. For outdoor situations with the equipment connected to contact line, differing from tunnels and urban transport systems, the use of OV4 may be advisable.											
NOTE 2 For values of U_{Nm} above 2,3 kV, OV4 category is recommended in all cases except for protected situations, such as tunnels and urban transportation systems, where OV3 may be agreed between purchaser and supplier.											
NOTE 3 When more than one line is shown for a given U_n , the lower levels are preferred particularly for third/fourth rail and light rail systems.											
NOTE 4 The impulse voltages are given for reference only; the test should be carried out only when specified in the appropriate equipment standard (for all equipment except that covered in IEC 61992-5, the test is required for rated insulation voltages above 2 500 V).											

5 Standard features and conventional assumptions

5.1 Standard features and conventional parameters for the main circuit

5.1.1 General assumptions for main parameters

5.1.1.1 Ripple factor

The maximum ripple factor of the d.c. current shall be that obtained by full-wave three-phase a.c. rectifier.

Where the peak ripple factor is higher, the supplier shall be informed in the tender documents.

NOTE Voltage values are mean values of the actual voltage, taking into account ripples in wave-shape.

5.1.1.2 Peak of the short-circuit current

The peak of the short-circuit current value is conventionally assumed to be 1,42 times the prospective sustained short-circuit current for a fault of negligible impedance at the input or output terminals of the switchboard, as specified. As the distance from the switchboard to any fault increases, so this value decreases.

NOTE 1 The theoretical value of 1,66 times the steady-state value is never seen in practice, and the calculation factor 1,42 used in this standard is supported by test evidence.

NOTE 2 The value of I_{ss} may have to be adjusted to achieve the required peak value.

5.1.1.3 Maximum circuit-energy short-circuit

As the distance from the substation increases, the circuit time constant (ratio inductance over resistance) gradually changes from that of the source to that of the track. When the circuit gives a time constant approximately midway between the two values, it is then nearly at the position at which the maximum circuit energy occurs. A theoretical indication in this respect is given in Annex E.

For practical purposes, this is taken to be a position at which the short-circuit current I_{ss} and the circuit time constant t_c assume the values given in Table 2.

Table 2 – Test circuit parameters for maximum circuit energy

T_{Nc}	t_c	I_{ss}
ms		
≥ 63	$0,5 T_{Nc}$	$0,5 I_{Nss}$
31,5	$0,65 T_{Nc}$	$0,65 I_{Nss}$
16	$0,8 T_{Nc}$	$0,8 I_{Nss}$

If a high value smoothing reactor is used, the maximum energy fault may occur at the station outlet.

5.1.1.4 Distant fault short circuit

For simulating distant fault short-circuit condition during tests, the value of current given to this circuit is conventionally twice the full load current of the line circuit-breaker, i.e. $2 \times I_{Ne}$.

Since the circuit impedance is comprised mainly of the track itself, then the circuit time constant is taken to be the rated track time constant T_{Nc} .

5.1.2 Standard short-circuit stresses

5.1.2.1 General

The figures given in 5.1.2.2 and 5.1.2.3 for the rated short-circuit current and for the rated track time constant are given as preferred values in order to standardise the features of the equipment. Whenever possible, the values adopted should be the preferred values just greater than the calculated values for a given circuit.

5.1.2.2 Standard rated short-circuit currents (I_{Nss})

The following values are preferred values (in kA):

31,5 40 50 63 75 ¹ 80 100 125

NOTE Up to 100 kA for $U_n = 1,5$ kV and up to 63 kA for $U_n = 3$ kV.

5.1.2.3 Standard rated track time constant (T_{Nc})

The following values are preferred values (in ms):

16 31,5 63 80 100 125 160 200

5.1.3 Standard voltages for the main circuit

Standard values for the nominal voltage U_n are listed in IEC 60850. The corresponding values of U_{Nm} in Table 1 shall be higher than U_{max1} of IEC 60850.

The value of U_{max2} specified in IEC 60850 is limited to 300 s and shall be taken into consideration, when likely to occur so as not to cause damage in the insulation, flashover or dangerous temperature-rises.

5.1.4 Standard rated service currents for the main circuit (I_{Ne})

The following values are preferred values (in A):

400 630 1 000 1 600 2 000 2 500 ~~3 150~~ 4 000 5 000 ~~6 300~~ 8 000
3 000 6 000

5.2 Standard features for auxiliary and control circuits

For auxiliary and control circuits independent of the main circuits, the voltages given in Table 3 are preferred:

Table 3 – Preferred voltages for auxiliary and control circuits [V]

AC	24	48	-	100	110	127	200	230/400	-
DC	24	48	60	100	110	125	-	220	440

For the other equipment (for example, coils), the allowable range of the voltage shall be within 85 % and 110 % of their rated supply voltage, unless otherwise specified by the purchaser.

¹ This value is already in use in some countries and can continue to be used. The preferred value for new installations elsewhere is the value 80 kA.

All auxiliary circuits operating at voltages above 500 V shall be protected by fuses according to IEC 60269-1 or by other means giving equivalent performance.

NOTE It is recommended that all monitoring relays, manufactured in accordance with their specific standards, are of the plug-in type and are provided with a locking device to prevent accidental movement of the withdrawable portion, and, when applicable, with a transparent non-flammable cover, unless fitted with a position indicating device.

6 Temperature-rise limits

The temperature-rises of the various items of equipment measured during the tests performed in accordance with Clause 7 and with the detailed prescriptions, if any, of the other parts of this standard shall not exceed the limits given in Tables 4 and 5.

In cases where the maximum ambient temperature is always below 40 °C, an increase in these limiting values may be accepted by agreement between purchaser and supplier. For abnormal site conditions, with a maximum ambient temperature exceeding 40 °C, the temperature-rises shall be reduced by the difference between the stipulated maximum ambient temperature and 40 °C. Moreover, care shall be taken that the heat released by an individual equipment does not influence the correct cooling of adjacent equipment or does not heat by conductivity such equipment.

Table 4 – Temperature-rise limits for insulated coils

Insulation class	Temperature-rise limits measured by resistance variation K ^a
105 (A)	65
120 (E)	80
130 (B)	90
155 (F)	115
180 (H)	140
^a If measurement by resistance variation cannot be applied, then other methods are permissible. In this case, the measurement of temperature shall be carried out by thermometer or other suitable methods.	

Table 5 – Temperature-rise limits for various components

Component	Temperature-rise limits measured by thermometer	
	K	
Bare wire coils	105	Note 1
Contacts in air:		
– pure Cu in spring form	35	
– brass or bronze in spring form	65	
– pure Cu or Cu-alloy not in spring form	75	
– plate of solid Ag	100	
– other metals or sintered metals		Note 2
Terminals for insulation to external connections	70	Note 3
Flexible connections in air	90	
NOTE 1 Provided that this value has no adverse effect on the satisfactory operation of adjacent parts.		
NOTE 2 To be determined by the quality of the metals employed and limited by the obligation of not causing damage to themselves and to neighbouring parts.		
NOTE 3 The 70 K temperature-rise limit is a value based upon a conventional test dealt with in other parts of the IEC 61992 series. A material used or tested in conditions corresponding to those of the actual installation may have connections, the type, nature and arrangement of which differ from those adopted for the test. The resulting terminal temperature-rise limit may be different and should be agreed upon between purchaser and supplier.		

During tests on equipment, no correction shall be made to the temperature-rises observed if the ambient temperature during test is between 10 °C and 40 °C. Outside these limits, the correction to be applied to the temperature-rises observed shall be agreed between purchaser and supplier.

A temperature exceeding by more than 15 % the temperature-rises shown in Tables 4 and 5 is considered a hazardous temperature, unless otherwise agreed.

7 Tests

7.1 General

Type and routine (acceptance) tests applicable to a specific type of equipment, as well as details on testing procedures, are listed in the appropriate part of this standard.

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

The unit, unless otherwise required in the appropriate part of this standard, shall be tested as a complete assembly, either in its individual enclosure or in an enclosure simulating that enclosure or intended application.

The classification of the tests and the general procedures to be followed for carrying out the tests are covered by specific product standards.

NOTE 1 This standard sets out those test requirements which are common to most equipment listed in the scope.

NOTE 2 For procedural matters not covered in either this standard or in other parts of this series, reference may be made to EN or IEC publications covering similar equipment.

NOTE 3 Investigation tests are admitted and mentioned in other parts of the IEC 61992 series. They may be performed by initiative of the manufacturer or by agreement between purchaser and supplier to acquire experience either on test procedures or on possible new techniques, thus studying possible future applications of the equipment. It is understood that the results of investigation tests are not to be taken as influencing the acceptability of the material.

7.2 Test tolerances

Test tolerances shall be within the tolerances indicated in Table 6, unless otherwise indicated in the appropriate part of this standard.

Table 6 – Test tolerances

Quantity	Tolerance %
Current	+10 0
Voltage	+10 0
Frequency (if applicable)	+5 –5
Time constant	+30 0

7.3 Tests on movable devices

7.3.1 Mechanical operation test

The mechanical operation test applies to all equipment having moving parts. They are usually routine tests and are performed under normal conditions of the test laboratory. Equipment which is intended and designed for operation in ambient temperatures below –5 °C, will require additional tests that should be agreed between purchaser and supplier at the ordering stage.

This test shall be carried out without current in the main circuit.

The test consists of carrying out a limited number of operations (as strictly necessary for carrying out the checks mentioned in product standards), with the control circuits supplied at their rated voltage, as measured at the input terminals to that control circuit.

All resistances and impedances which are part of the control circuits shall be connected. However no additional impedances shall be connected between the supply source and the control circuit terminals.

This test is intended to prove the correct operation of the device and that it complies with the operating conditions specified within the maximum and minimum limits required for the opening and closing control devices.

The type test for abnormal environmental conditions, if required, shall be performed at both the lowest and the highest ambient temperatures for the service conditions specified. This test may be repeated immediately after the tests under 7.4.

This test ensures that the operation of the equipment is satisfactory when carried out under the most unfavourable combination of voltage and temperature obtainable within the specified limits.

The operating mechanism shall be actuated as far as possible as in normal operating conditions.

7.3.2 Electrical endurance test

The electrical endurance test is a type test carried out in laboratory conditions. It shall be carried out on switching devices and associated equipment.

The test shall consist of carrying out a set number of operating cycles, as specified in the appropriate product standard.

The test shall be made at the rated supply voltage of the control circuit. The unit shall be operated in such a way that it breaks its rated service current I_{Ne} (or, if agreed between purchaser and supplier, its conventional thermal current, I_{th} or I_{the}), at its rated service voltage U_{Ne} in a circuit having a time constant t_c equal to 0,01 s.

The operating mechanism shall be actuated as far as possible as in normal operating conditions.

The unit need only be closed for a sufficient time to ensure that it is fully closed mechanically and the transient currents from making have disappeared and that the breaking current value is established.

All resistances and impedances which are part of the control circuits shall be connected. However, no additional impedances shall be connected between the supply source and the input terminals of the control circuit on the switching device.

The unit shall be deemed to have passed the test, if, after the test, it is in a position to withstand:

- its rated service current I_{Ne} , after any necessary adjustment and maintenance of the contacts, without exceeding the temperature-rises in Clause 6, when tested in accordance with 7.4. The temperature-rise test is required only when the resistance of the main circuit (without maintenance) has increased by more than 50 % of the value before test. A small number of no-load operations are allowed in an endeavour to bring the resistance down below this figure; if the test has to be performed, then an additional 10 K temperature-rise is allowed on the contacts,
- an a.c. voltage equal to two times the rated voltage U_{Ne} applied
 - between its main circuit and earth,
 - between the main contacts in the open position.

The unit shall be deemed to have passed the test, if after the test, it can be operated normally and meets the withstand requirements specified above.

7.3.3 Mechanical endurance test

The mechanical endurance test is a type test and is carried out in laboratory conditions.

The test shall consist of operating the switching device and associated mechanical equipment for the number of operating cycles in succession, as specified in the appropriate product standard. The supply voltage to the control circuits shall be within the limits set out in 5.2.

All resistances and impedances which are part of the control circuits shall be connected. However no additional impedances shall be connected between the supply source and the input terminals of the control circuit on the switching device.

The operating mechanism shall be actuated as far as possible as in normal operating conditions.

The device under test shall be deemed to have passed this test if, after this test, it is capable of being operated normally as specified in the appropriate product standard.

7.4 Temperature-rise test

7.4.1 General

The temperature-rise test is a type test and is carried out with the test object installed in the laboratory to reproduce as far as possible the final installation conditions.

Coils and resistors shall be supplied at their rated maximum control voltage (see 5.2) or $U_{\max}$, if applicable (see 3.2.1.2.1). AC circuits shall be supplied at rated frequency.

Contacts, leads and other conductive parts shall be able to carry their rated service current (see 3.2.5) (thermal current with or without enclosure for switching devices).

The temperature-rise above ambient temperature shall be taken when temperature readings have reached a steady state. Variations of less than 1 K/h, with a maximum test duration of 8 h, shall be considered conditions fulfilling the required steady-state conditions. For coils and resistors of auxiliary or control circuits which are normally energised for short periods, in the order of up to three times their time constant, followed by long periods of inactivity, need not be energised for this test.

7.4.2 Ambient temperature

The ambient air temperature shall be measured during the final quarter of the test period, by means of at least two thermometers or thermo-elements, placed regularly around the equipment, at half height and at a distance of about 1 m from the equipment. The thermometers or thermo-elements shall be protected from air currents and radiated heat, and care shall be taken to avoid indication errors due to rapid temperature changes.

7.4.3 Temperature-rise test of the main circuit

Equipment with an integral enclosure shall be tested in the enclosure.

The dimensions of the test conductors shall be recorded in the test report.

Where copper cables are used, the following current densities are recommended:

- for I_{Ne} up to 3 000 A: 1,5 A/mm²;
- for I_{Ne} from 3 000 A up to 6 500 A: 1,3 A/mm²;
- for I_{Ne} from 6 500 A up to 10 000 A: 1,1 A/mm².

Where copper bars are used, values should be as given in Table 7.

For tests on outdoor equipment, where temperature-rise limits are 30 K less than the values specified in Clause 6, the current density of cables and dimensions of copper bars are different from those specified in Table 7. The recommended sizes are listed in IEC 61992-4.

Table 7 – Recommended quantities and dimensions of copper bars

I_{Ne}	Copper bars	
A	Quantity	Section mm × mm
630 to 800	2	50 × 5
801 to 1 000	2	60 × 5
1 001 to 1 250	2	80 × 5
1 251 to 1 600	2	100 × 5
1 601 to 2 000	3	100 × 5
2 001 to 2 500	4	100 × 5
2 501 to 3 150	3	100 × 10
3 151 to 4 000	4	100 × 10
4 001 to 5 000	5	100 × 10
5 001 to 6 300	6	100 × 10
6 301 to 8 000	4	160 × 10

Copper bars should be preferably arranged in such a manner that the longer dimension of the cross-section is vertically oriented.

The temperature-rise test of the main circuit shall be carried out at its rated service current I_{Ne} , followed by the stipulated overloads or at its conventional thermal current I_{th} or I_{the} . The choice between these current values is left to agreement between purchaser and supplier.

Temporary connections to the main circuit shall be made so that no significant heat quantity is removed from or supplied to the main circuit during the test. The temperature-rise is measured across the main circuit terminals and across the temporary connections, 1 m away from the terminals. The temperature-rise difference shall not exceed 5 K.

7.4.4 Temperature-rise test for auxiliary and control circuits

The devices which are intended to operate continuously shall be tested as detailed in 7.4.3. Those circuits which are energised during closing and/or opening operations only shall be energised 10 times in sequence, each duration corresponding to that occurring during service, with a time interval between successive energisations not exceeding 5 s.

7.4.5 Measurement of the temperatures of all components

For live parts other than coils, the temperature of the different devices shall be measured by suitable means such as thermo-elements, located as near as possible to the accessible hottest spot for contacts; for conductors and joints, the thermo-elements shall be located as near as possible to adjacent insulation.

Good thermal conductivity shall be assured between the thermo-element and the surface of the tested part.

For coils connected in parallel, the resistance-variation method shall be applied. Other methods are admitted only when it is impossible to use such resistance-variation method. The coil temperature, as measured before the temperature test by means of a thermo-element, shall not differ from ambient temperature by more than 3 K.

7.5 Dielectric tests

7.5.1 Impulse withstand voltage test

The impulse withstand voltage test shall be carried out (as a type test or an investigation test) only when specified in the appropriate part of this standard for the particular product.

Unless otherwise specified in the appropriate part of the IEC 61992 series, the test shall consist of the application between the live parts of the main circuit and all other conductive parts connected to earth, of three positive pulses with 1,2/50 waves, followed by three negative pulses with the same wave-shape. The peak value of the pulses U_{Ni} shall be chosen in accordance with Table 1.

Switching devices may have to be submitted (according to their duty, as specified for individual equipment type) to the same test for a second time, but in the open position by impulsing the line-side parts of the main circuit, connecting all the remaining conductive parts to earth.

The product is deemed to have passed the tests if no flashover occurs.

NOTE The test with surge (long) waves is considered to be an investigation test.

7.5.2 Power-frequency voltage withstand test

The power frequency voltage test is generally a routine test. It shall be carried out using a test voltage in the range of frequency between 45 Hz and 62 Hz of approximately sinusoidal form (see IEC 60060-1 and EN 50124-1, Annex B).

The test voltage U_a corresponding to the insulation voltage level is given in Table 1 and is applied for 60 s as follows:

- for switching devices both within the main circuit (in the closed position) and all the remaining conductive parts connected to earth, and (in the open position) between contacts, one contact and all the remaining conductive parts being connected to earth.
- for all other equipment (except surge arresters, which have different requirements) between the live parts and earth.

Equipment intended to be installed indoors shall be tested in dry conditions; equipment intended to be installed outdoors shall be tested in wet conditions as a type test and in dry conditions as a routine test.

The power frequency voltage test value for auxiliary and control circuits shall be 2 000 V. Lower test voltages may be agreed between purchaser and supplier.

NOTE The test procedures are subject to agreement between purchaser and supplier, but IEC 60507 may be used as guidance.

7.6 Short-circuit and load-switching conditions

7.6.1 Test circuit for short-circuit and load-switching conditions

A typical diagram of the test circuit is shown in Figure A.1 with typical calibration and characteristics shown in Figure A.2.

The supply source S feeds a circuit comprising adjustable resistors R, adjustable reactors L and the test object A.

If the supply source is not a generator, then the minimum converter pulse number shall be 6 with a minimum supply frequency of 50 Hz.

For test duties simulating substation faults, the test circuit shall produce a peak current with the characteristic illustrated as calibration 1 in Figure A.2.

Reactors L shall be core-less and shall be connected in series with resistors R and their value shall be obtained by adding in series elementary reactors; coupling in parallel is admissible only when these reactors have practically the same time constant.

For test duties away from the substation or for load/overload current switching, the test circuit shall produce an exponential wave form with the characteristics illustrated as calibration 2 in Figure A.2, at the specified time constant. L and R should be added to the load side terminal of the switching device. This is not always possible in a testing station and usually some circuit adjustment is made on the a.c. side. This is acceptable provided that not less than 80 % of the impedance is on the load side.

Any test circuit differing from the above-mentioned arrangement shall be recorded in the report.

All those parts of the test object which are normally connected to earth, including the enclosure or the screens, shall be insulated from earth and connected through a device D to the conductor of the opposite polarity to that in which the test object is connected as illustrated in Figure A.1.

The device D shall include a fuse, which consists of a copper wire 50 mm in length and with a diameter of 0,8 mm or a similar fuse wire detecting the fault current. It shall include a resistor to limit the fault current to not less than 1,5 kA.

NOTE A copper wire with 0,8 mm diameter melts at a d.c. current of 1 500 A in a time of 0,01 s.

The prospective sustained fault current is the fault current to this value.

7.6.2 Details for the conduct of the test

The unit shall break the test current with no re-ignitions after current zero. There shall be no flashover between poles and no current shall operate device D.

The unit shall remain in a condition that allows its continued mechanical operation; any burning of the contacts shall not prevent the unit from opening normally.

7.6.3 Conditions of the unit after the test

After the test has been performed, no functional breakages shall occur.

Immediately after the test, check that the unit satisfactorily closes and opens during a no-load cycle.

After the test and before making any preliminary maintenance, the unit shall be capable of withstanding an a.c. r.m.s. voltage value equal to double the rated voltage U_{Ne} for 60 s. Alternatively, for switch-disconnectors only, the purchaser may require a check that the leakage currents are not higher than 2 mA, at 1,1 U_{Ne} by the application of a d.c. supply for 60 s. The leakage current shall be measured across each open contact and between each terminal and the frame.

The measurement of the resistance of the main circuit, taken after the test and compared with that taken before the test, shall show no great deviation (i.e. increase of not more than 50 %).

If the measurement of the resistance of the main circuit shows an increase of more than 50 % of the value before the test, a small number of no-load operations may be made in an endeavour to bring the resistance down below this figure; if not the temperature-rise test shall be repeated to prove that the unit passed the test; in such a case an additional 10 K temperature-rise is allowed on the contacts.

7.7 Verification of the behaviour during short-time withstand current test

7.7.1 Test and test values

The test shall be performed at the rated voltage U_{Ne} , with the circuit calibrated in accordance with 7.6.1. These test values are then the values of the prospective current which shall be maintained for 0,25 s and shall show at least the sustained value of I_{Ncw} and a peak value of $1,42 \times I_{Ncw}$. The test shall be repeated on the unit to be tested.

The test may be performed at a lower d.c. voltage value or as a two-part a.c. test. In these cases, no prospective test is involved and the test values required are those actually seen during the test.

The a.c. test is split into two parts: the first is effected using an a.c. current having a asymmetrical peak value of $1,42 \times I_{Ncw}$, applied for a loop time of not less than 15 ms; the second is with a reduced a.c. r.m.s. current applied for a longer time (not exceeding 3 s) to keep the Joule integral $I^2t = I_{Ncw}^2 \times 0,25$.

NOTE The value of I_{ss} may have to be adjusted to achieve the required peak value.

7.7.2 Test conditions

The test shall be performed with all switching devices in the test circuit in the closed position and at ambient temperature.

7.7.3 Details for the conduct of the test

The details for conducting the test shall be as specified in 7.6.2 (where applicable).

No break operation shall occur and all switching devices in the test circuit shall remain closed.

7.7.4 Conditions of the unit after the test

After the test, the mechanical parts and the insulation parts of the unit shall not show significant deterioration.

The unit shall conform to 7.6.3 (where applicable).

7.8 Verification of the manual control device for sturdiness and position indicator reliability

7.8.1 Condition of the tested devices

The devices shall be installed in the same manner as for normal operation. First of all, the force F necessary to achieve opening is measured. For rotary actuating devices, the force is applied at the extreme point of the actuator.

If, for convenience of testing, the point of application of the force is closer to the rotation axis, the force value found at this point is selected as the opening force F .

7.8.2 Operating mode

The unit shall be closed. Those fixed and moving contact parts of the pole for which the test is deemed to be the most severe, shall be maintained in contact by appropriate means. Then the actuator shall be submitted to the appropriate limit value of stress specified in Table 8. This stress shall be applied without any impulse and maintained for 10 s.

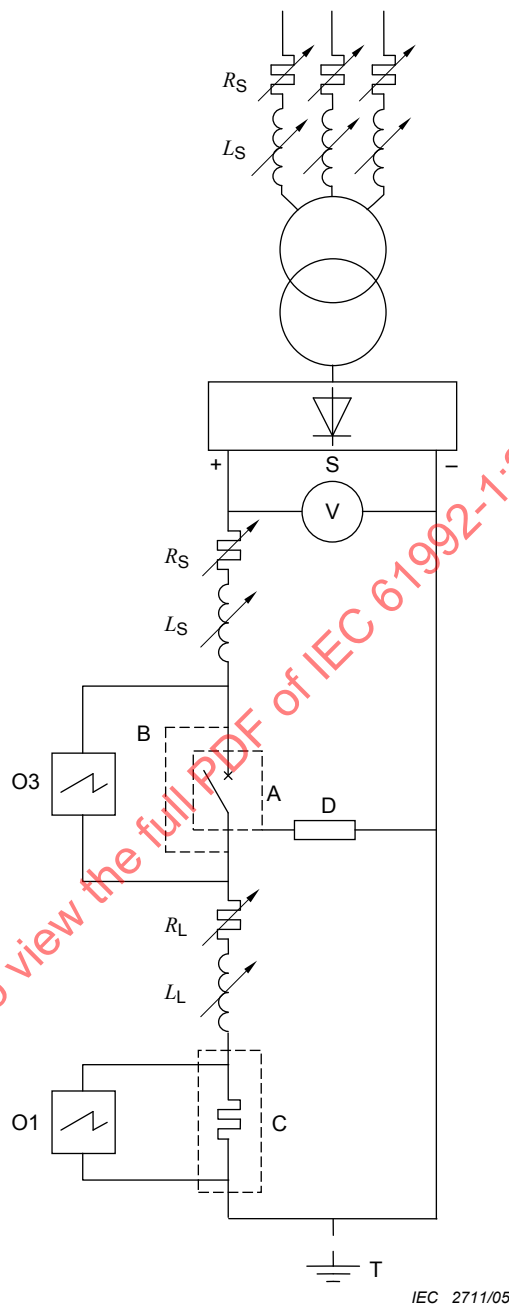
7.8.3 Conditions of the unit after the test

After the test and after the suppression of the stress on the actuating element, no part of the actuator or of the position indicator shall be damaged.

Table 8 – Values of forces or torques for the tests

N°	Type of motion	Example	Specified stress		
			Normal value	Limit value	
				Minimum	Maximum
1	Translation with one or two fingers	Push-button	$3 F$	50 N	
2	Full hand translation	Side lever	$3 F$	100 N	500 N
3	Full hand traction	Side lever	$3 C/D$	150 N	650 N
4	Rotation with fingers – Diameter < 25 mm – Diameter $\geq$ 25 mm	Knurled knob	$3 C/D$ $3 C/D$	25 N 50 N	
5	Rotation with lateral hold	Arrow knob	$3 C/L$	50 N	
6	Rotation with full hand hold	Bascule	$3 C$	5 Nm	
7	Rotation with lever and one hand	Latch	$3 F$	100 N	500 N
8	Rotation by symmetrical element with both hands	Wheel or lever	$3 F$	150 N	650 N
Key <i>C</i> torque necessary to achieve normal opening <i>D</i> diameter of the actuator <i>F</i> force necessary to achieve normal opening orthogonally applied to the axis of the control element <i>L</i> length of the actuator NOTE If $3 F$ (or $3 C$) or $3 C/L$ is less than the minimum value in the table, the test is performed with this minimum value. If $3 F$ (or $3 C$) or $3 C/D$ or $3 C/L$ is higher than the maximum value in the table, the test is performed with this maximum value.					

Annex A (normative) Diagrams for tests

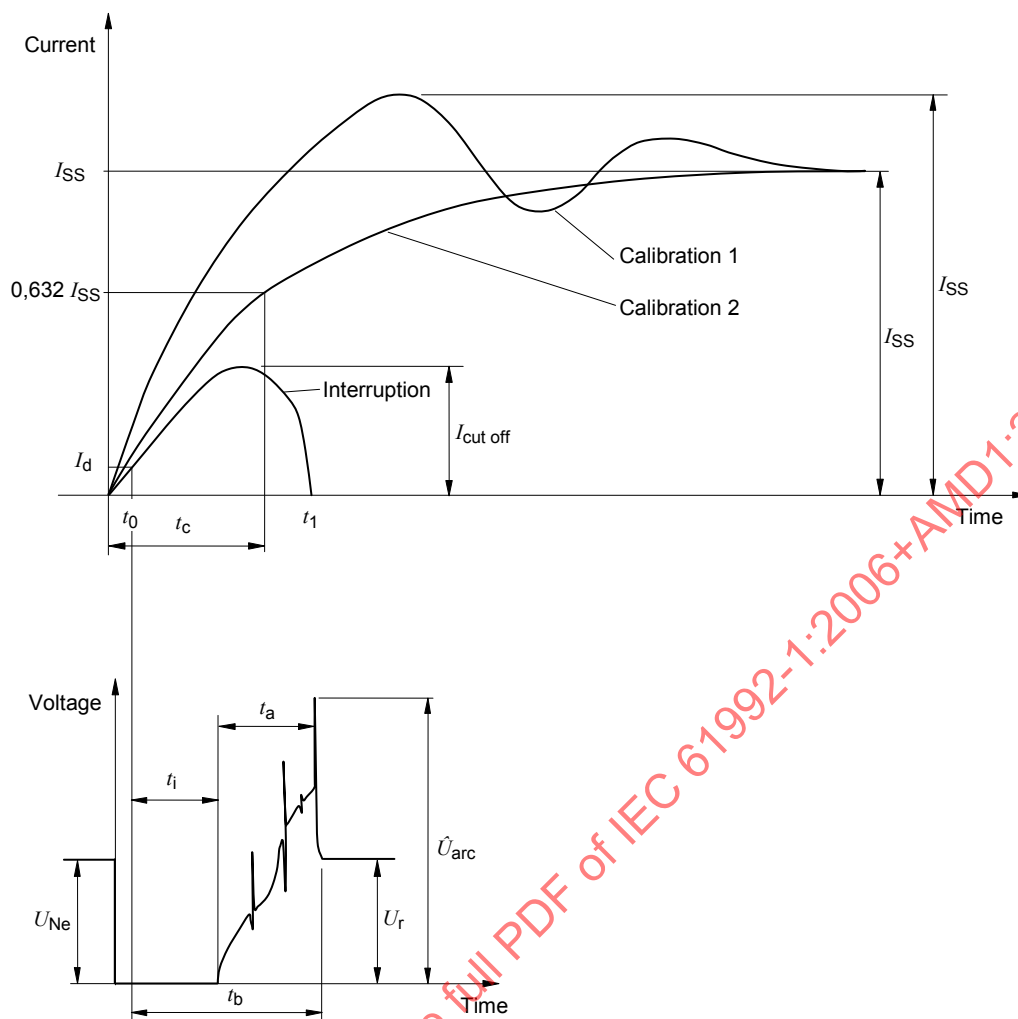


IEC 2711/05

Key

V	Supply voltage measurement	B	Provisional connection for calibration
S	Supply	O1	Oscillograph for the current
R_S	Adjustable resistor supply	O3	Oscillograph for the arc voltage and recovery voltage
L_S	Adjustable reactance supply	D	Frame fault current detection device
R_L	Adjustable resistor load	T	Earth connection, if made
L_L	Adjustable reactance load	C	Current sensor
A	Equipment under test		

Figure A.1 – Diagram of the test circuit for checking the making and breaking capacities in short-circuit and load/overload switching conditions



IEC 2712/05

Key

$I_{\text{cut off}}$	Cut off current (3.2.12)	t_c	Time constant of the circuit (3.2.13)
I_d	Setting of maximum current release (3.4.21)	U_r	Recovery voltage (3.2.1.9)
$\hat{I}_{SS}$	Peak of I_{SS} (3.2.11)	U_{Ne}	Rated voltage (3.2.1.4)
I_{SS}	Prospective sustained short-circuit current (3.2.9)	$\hat{U}_{arc}$	Maximum arc voltage (3.2.1.10)
t_a	Arcing time (3.4.23.5)	t_0	Beginning of opening time (3.4.23.7)
t_b	Total break time (3.4.23.6)	t_1	Time of current extinction (3.4.23.7)
t_i	Opening time (3.4.23.1)		

Figure A.2 – Typical calibrations and interruption under short-circuit and load/overload switching conditions
(two different cases of calibration are represented) (see 7.6)

Annex B (normative)

Environmental conditions for indoor installations

B.1 General

These environmental conditions are based on IEC 60721 series.

The environmental conditions considered as normal in service are indicated as well as possible abnormal conditions which are commonly met in given geographic or location conditions.

These conditions apply to indoor equipment, which represents the majority of the equipment concerned in this standard. For indoor conditions, the following conditions are intended: without pollution, with non-conductive dust, well protected without significant humidity and condensation.

However indications are given also for voltage levels and clearances in outdoor conditions which shall be specified by the purchaser. In any case, for outdoor switch-disconnectors and outdoor earthing switches, refer to IEC 60913; for arresters and voltage limiters installed outdoors, refer to IEC 60099-1 and IEC 60099-4, except for installation in lines where IEC 60913 applies.

B.2 Air pressure and altitude

The equipment shall be suitable for installation at an altitude (h) from –120 m to 1 400 m above sea level.

For installation at higher altitudes, the temperature-rise tests and dielectric tests, carried out at laboratories at lower levels, shall take into account a correction in the temperature-rises and dielectric test values to be agreed between purchaser and supplier.

B.3 Temperature

The indoor equipment shall be suitable for the following ambient temperatures:

$\Theta_{\min}$	Minimum ambient temperature during operation	–5 °C
Θ_{ts}	Minimum ambient temperature during transport and storage	–25 °C
Θ_{mxts}	Maximum ambient temperature during transport and storage	55 °C
Θ_d	Maximum daily average ambient temperature	35 °C
Θ_a	Absolute maximum ambient temperature	40 °C

Any condition differing from the above shall be specified.

B.4 Atmospheric conditions

Indoors, air shall be clean and its relative humidity shall be not more than 50 % RH at the maximum temperature of +40 °C. Relative humidity may be higher if the temperatures are lower, for example, 90 % RH at +20 °C. Allowance shall be made for slight condensation that might occur during variations of temperature.

In the case where different situations are likely to occur, these, which represent abnormal situations in indoor installations, shall be brought to the attention of the supplier.

100 % humidity may occur during start-up. This is an abnormal operation to be specified, and suitable provisions to avoid failures or incorrect operations shall be agreed between purchaser and supplier.

Outdoors, a dust deposit of low conductivity is foreseen, and the humidity due to rain, snow, ice and fog.

B.5 Ventilation

Ventilation in the spaces intended for installation of the equipment shall be capable of maintaining the temperature of the ambient air below the limits in Clause B.3.

B.6 Pollution

For indoor equipment, any pollution exceeding the statement in Clause B.1 and level 1 given in IEC 60721, shall be specified.

NOTE With reference to clearances, the appropriate pollution degree has been taken into account in the figures shown in Table 1. The same applies for the creepage distances shown in the Annex D.

Any deviation from these statements shall be specified and clearances/creepage distances shall be subject to agreement between purchaser and manufacturer.

B.7 Vibrations

The equipment shall be suitable for installation in the vicinity of a rail track on foundations designed so as to dampen the main effects of the passage of the trains. Nevertheless, a limited vibration may affect the equipment, which shall be capable of operating satisfactorily when subjected to conventional sinusoidal vibrations at 10 Hz, separately applied and having the characteristics shown in Table B.1.

Table B.1 – Limits of sinusoidal vibrations

Orientation	Peak acceleration	Nominal duration
Vertical	5 m/s ²	30 s
Horizontal	5 m/s ²	30 s

Any condition differing from the above shall be specified.

B.8 Fire hazardous areas

The following classes are foreseen:

- F0 No special fire hazard is envisaged. Except the characteristics inherent to the design of the equipment, no special measures are taken to limit flammability. This is considered the normal service condition.

- F1 Equipment subject to fire hazard. Restricted flammability is required. Self-extinction of fire (poor burning is permitted with negligible energy consumption) shall take place within a specified time period to be agreed between purchaser and supplier, unless specified by the standards. The emission of toxic substances and opaque smokes shall be minimised. Materials and products of combustion shall be practically halogen-free and shall contribute with a limited quantity of thermal energy to an external fire. This is considered an abnormal condition.
- F2 By means of special provisions, the equipment shall be able to operate for a given time period if subject to an external fire. The requirement of class F1 shall also be met. This is considered an abnormal condition.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

Annex C (normative)

Search of critical currents for d.c. circuit-breakers and switches

C.1 General

For air-break circuit-breakers, critical currents are low currents which produce the longest arc durations. This is due to the weak magnetic field produced by the current in the arc, resulting in slow arc movement from the point of initiation to its extinction position within the arc chute.

C.2 Unidirectional circuit-breakers and switches

This requirement applies to the switching devices which are required to break currents in one direction only. It applies to line circuit-breakers L of the type U_1 and U_2 .

Opening tests shall be performed at the following levels of current:

25 A	50 A	100 A	200 A	400 A
------	------	-------	-------	-------

At the rated voltage U_{Ne} , with a circuit time constant of not less than 0,01 s. Lower time constants are accepted provided that the circuit load inductance has a minimum value of 50 mH. Inductances lower than 50 mH may be used with the agreement of the purchaser.

Ten opening operations are required at each value of the current, with a series starting at the lowest value first.

Before beginning the test, there should exist no residual magnetism at the arc chute.

The exact values of current are not important, provided that each current is approximately double the previous current.

The arcing times will have a wide scatter at each value of current.

The results should be plotted graphically to illustrate the scatter for arcing time versus current. The range of test currents may demonstrate a critical current existence, which may have a wide band in itself. The highest and lowest values of current tested shall demonstrate shorter arcing times than the critical value(s). If critical current is seen to exist, it may be necessary to extend the test current range by using a halving or doubling factor.

C.3 Bidirectional circuit-breakers and switches

This requirement applies to switching devices which are required at any time to break currents in both directions. It applies to interconnector I and rectifier R circuit-breakers.

Opening tests shall first be performed as for unidirectional switching devices, to establish the critical current.

For circuit-breakers, the next test is for the arc chute to clear a current in excess of 1 000 A, to leave a residual magnetism in the arc chute for that direction. For switches with a breaking duty, the next test is for the arc chute to clear a current in excess of 1 000 A or its rated breaking current, if less than 1 000 A.

Opening operations shall then be made at the critical current, with the current in the reverse direction to the previous high current.

Five operations shall be made and then the whole procedure repeated again. This ensures that the arc chute is kept magnetised in the reverse direction to the low current interruption, for 10 interruptions.

A further 10 operations shall be made at half and at double this value of current, carried out in the same manner as the critical current. If this produces longer arc durations, then further tests shall be performed until arc durations are shown to reduce. Each time, the current shall be halved or doubled.

Longer arc durations than the unidirectional critical currents may be found because of the adverse effects of the reversed residual magnetism.

In addition, lower currents than the critical current have fewer demagnetising effects on the residual magnetism and may produce longer arc durations.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

Annex D (informative)

Recommended creepage distances

For the purposes of this standard, only two groups of materials are considered according to their CTI values, as shown in Table D.1.

Table D.1 – Material group identification

Material Group I	$600 \leq \text{CTI}$
Material Group II	$400 \leq \text{CTI} < 600$

The CTI values above refer to values obtained, in accordance with IEC 60112 and IEC 60587, on samples specifically made for the purpose and tested with solution A.

Based on the above assumptions, Table D.2 gives recommended values.

Table D.2 – Recommended creepage distances, in mm/kV (base U_{Nm})

Material group	Indoor equipment	Outdoor equipment
I	25 mm/kV (U_{Nm})	30 mm/kV (U_{Nm})
II	30 mm/kV (U_{Nm})	40 mm/kV (U_{Nm})
The minimum creepage distance shall be at least equal to the minimum clearance given in Table 1.		

For measuring methods, refer to EN 50124-1.

Annex E (informative)

Determination of maximum energy fault location

A simple equivalent circuit of a d.c. traction system is shown in Figure E.1.

NOTE The subscript c used in this annex refers to the complete circuit.

Therefore

$$T_s = \frac{L_s}{R_s} = \text{source time constant} \quad (\text{E.1})$$

$$T_c = \frac{L}{R} \quad (\text{E.2})$$

where

$$L = (l \times x) \text{ and } R = (r \times x)$$

$$t_c = \frac{L_s + (l \times x)}{R_s + (r \times x)} = \text{time constant of the whole circuit to a fault at point F} \quad (\text{E.3})$$

The energy stored in the circuit for a fault at point F is given by

$$E = 1/2 \times l_c \times I^2$$

where

l_c is the total circuit inductance and I is the prospective current of the short circuit.

There is a value of distance x for which the energy is maximum.

If

$$l_c = L_s + (l \times x) \quad \text{and} \quad I = \frac{U}{R_s + (r \times x)} \quad (\text{E.4})$$

then

$$E = \frac{1}{2} \cdot \frac{(L_s + (l \times x))U^2}{(R_s + (r \times x))^2} \quad (\text{E.5})$$

For a maximum $dE/dx = 0$.

It can be shown that if $dE/dx = 0$ then the distance at which the maximum energy is stored in the circuit is

$$x = \frac{R_s}{r} - \frac{2 \times L_s}{l} \quad (\text{E.6})$$

Obviously this equation has a meaning when x results positive.

Substituting this expression for t_c , the total circuit time constant at the position of maximum stored energy gives

$$t_c = \frac{T_c}{2} \quad (\text{E.7})$$

which means that the maximum stored energy in the circuit occurs when the total circuit time constant is half that of the track time constant.

The prospective current I at the point where $t_c = T_c/2$ is given by $U / [R_s + (r \times x)]$

where

$$x = R_s/r - 2 \times L_s/l \quad (\text{E.8})$$

If $I_{ss} = U/R_s$ then $I_{\max E}$ (prospective current at the position of maximum stored energy at the maximum energy position) is, by substitution

$$I_{\max E} = \frac{I_{ss}}{2 \left(1 - \frac{T_s}{T_c} \right)} \quad (\text{E.9})$$

which, when T_s is much smaller than T_c gives

$$I_{\max E} = \frac{I_{ss}}{2} \quad \text{approximately} \quad (\text{E.10})$$

at the maximum energy point.

Figure E.2 shows the relationship between the rates $I_{\max E}/I_{ss}$ for values of T_s/T_c where T_s is not significantly less than T_c .

This indicates that when $T_s = 0,5 \times T_c$ then the maximum energy position is at a current level of $I_{\max E} = I_{ss}$, which is at the distance of $x = 0$.

This can also be shown by substituting the value of $R_s/r = 2 \times L_s/l$ into (E.1) when $T_s = T_c/2$.

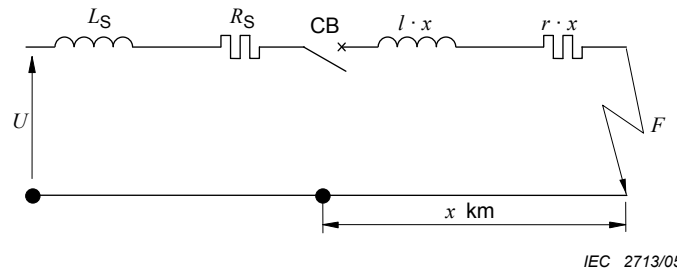
For type testing, rated values (depicted by an N , e.g. I_{Nss}) are used.

The value given in 5.1.1.3 is used for low values of T_{Nc} where the source time constant is unknown.

The values of t_c and I are adjusted to give test values that are likely to simulate unknown values of T_s .

These calculations only predict the stored energy of the circuit when the current reached through the circuit-breaker is the prospective value.

The arc energy of the circuit-breaker is less than this value if current limiting is achieved by the circuit-breaker.



Key

U	=	Supply voltage	F	=	Fault at distance x from the switching device
R_s	=	Source resistance	L_s	=	Source inductance
l	=	Track inductance per km	CB	=	Circuit-breaker or switching device
r	=	Track resistance per km	x	=	Distance [km] between CB and F

Figure E.1 – Equivalent circuit of a d.c. traction system

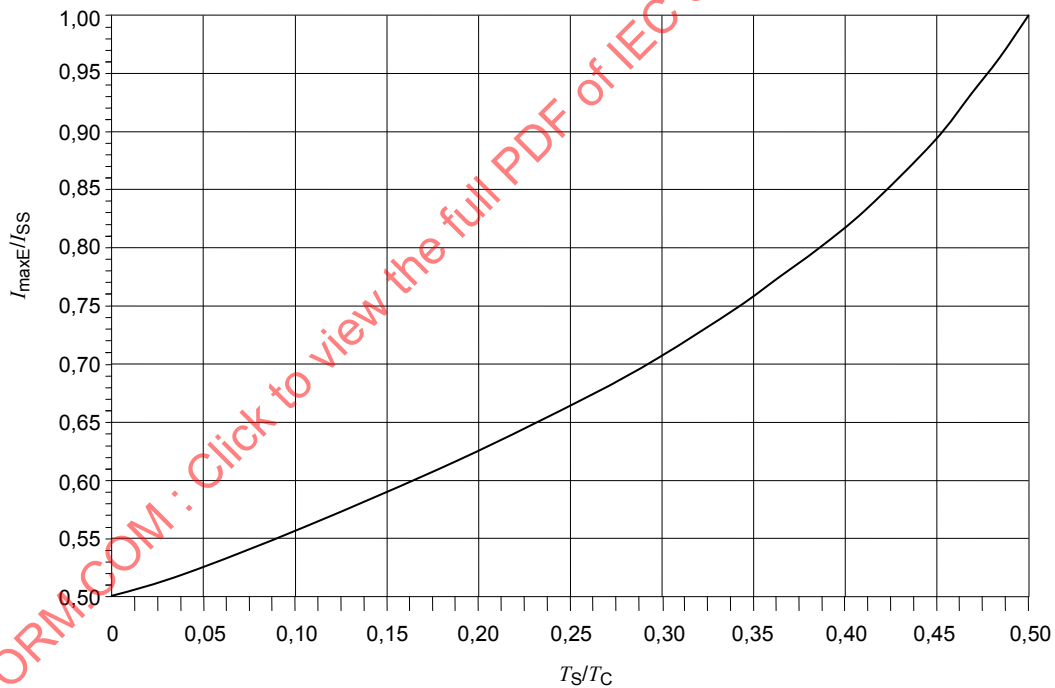


Figure E.2 – Ratio of $I_{\max E}/I_{ss}$ to T_s/T_c

Bibliography

Additional useful information may be found in the following publications:

IEC 60068-2 (all parts), *Environmental testing – Part 2: Tests*

IEC 60085, *Thermal evaluation and classification of electric insulation conditions*

IEC 60112, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60507, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems*

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

IEC 60587, *Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions*

IEC 60815, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

IEC 62128-1, *Railway applications – Fixed installations – Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing*

IEC 62128-2, *Railway applications – Fixed installations – Part 2: Protective provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems*

EN 50124-2, *Railway applications – Insulation co-ordination – Part 2: Overvoltages and related protections*

EN 50327, *Railway applications – Fixed installations – Harmonization of the rated values for converter groups and tests on converter groups*

EN 50328, *Railway applications – Fixed installations – Electronic power converters for substations*

EN 50329, *Railway applications – Fixed installations – Traction transformers*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	52
1 Domaine d'application	54
2 Références normatives	54
3 Termes et définitions	55
3.1 Termes généraux	55
3.2 Caractéristiques nominales	58
3.3 Composants	64
3.4 Termes liés aux disjoncteurs, aux interrupteurs-sectionneurs et aux relais associés à courant continu.....	68
4 Exigences et conditions de fonctionnement en service	72
4.1 Conditions d'environnement.....	72
4.2 Niveaux d'isolement.....	73
5 Caractéristiques normalisées et hypothèses conventionnelles	75
5.1 Caractéristiques normalisées et paramètres conventionnels relatifs au circuit principal	75
5.2 Caractéristiques normalisées des circuits auxiliaires et de commande.....	77
6 Limites d'échauffement	77
7 Essais	78
7.1 Généralités	78
7.2 Tolérances d'essai.....	79
7.3 Essais concernant les dispositifs mobiles.....	79
7.4 Essai d'échauffement	81
7.5 Essais diélectriques.....	83
7.6 Conditions de court-circuit et de connexion en charge.....	83
7.7 Vérification du comportement au courant de courte durée admissible	85
7.8 Vérification de l'effort à appliquer au dispositif de commande manuel, et de la fiabilité de l'indicateur de position	85
Annexe A (normative) Schémas d'essais	87
Annexe B (normative) Conditions environnementales pour les installations en intérieur.....	89
Annexe C (normative) Recherche de courants critiques pour les disjoncteurs et les interrupteurs à courant continu	92
Annexe D (informative) lignes de fuite recommandées.....	94
Annexe E (informative) Détermination de la localisation du défaut d'énergie maximale.....	95
Bibliographie	98
Figure A.1 –Schéma du circuit d'essai pour vérifier les pouvoirs de fermeture et de coupeure dans des conditions de court-circuit et de connexion en charge/surcharge.....	87
Figure A.2 – Etalonnages types et interruption dans des conditions de court-circuit et de charge/surcharge (deux cas différents d'étalonnage sont représentés) (voir 7.6).....	88
Figure E.1 – Circuit équivalent d'un système de traction à courant continu	97
Figure E.2 – Rapport de $I_{\max}E/I_{ss}$ sur T_s/T_c	97

Tableau 1 – Niveaux d'isolement	74
Tableau 2 – Paramètres du circuit d'essai pour une énergie de circuit maximale	75
Tableau 3 – Tensions préférentielles des circuits auxiliaires et de commande [V]	77
Tableau 4 – Limites d'échauffement des bobines isolées	77
Tableau 5 – Limites d'échauffement des différents éléments constitutifs	78
Tableau 6 – Tolérances d'essai	79
Tableau 7 – Grandeurs et dimensions recommandées des barres en cuivre	82
Tableau 8 – Forces et couples pour les essais	86
Tableau B.1 – Limites des vibrations sinusoïdales	90
Tableau D.1 – Identification du groupe de matériau	94
Tableau D.2 – Lignes de fuite recommandées en mm/kV (base UNm)	94

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES – APPAREILLAGE À COURANT CONTINU –

Partie 1: Généralités

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 61992-1 porte le numéro d'édition 2.1. Elle comprend la deuxième édition (2006-02) [documents 9/886/FDIS et 9/908/RVD] et son amendement 1 (2014-04) [documents 9/1790/CDV et 9/1850/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 61992-1 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette édition comprend les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente de la norme:

- toutes les exigences et procédures qui s'appliquent à plus d'une partie de la série IEC 61992 sont maintenant regroupées dans la présente partie;
- on y a ajouté de nouvelles définitions visant les Parties 4, 5, 6 et 7 ainsi que de nouvelles spécifications concernant la vérification du comportement durant l'essai de courant de tenue de courte durée et la vérification du dispositif de commande manuel;
- les spécifications des essais de court-circuit et de commutation de charge ont été améliorées.

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 1: Généralités

1 Domaine d'application

La série IEC 61992 spécifie les exigences relatives aux appareillages et aux appareils de commande à courant continu et est conçue pour être utilisée dans des installations électriques fixes dont la tension nominale ne dépasse pas 3 000 V en courant continu, qui alimentent en courant électrique les véhicules destinés au transport public guidé, comme les véhicules ferroviaires, les véhicules de tramways, les véhicules de métro et les trolleybus.

La présente partie 1 spécifie les exigences générales.

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).

IEC 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

IEC 60050-446:1983, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 446: Relais électriques*

IEC 60050-605:1983, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 605: Production, transport et distribution de l'énergie – Postes*

IEC 60050-811:1991, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 811: Traction électrique*

IEC 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

IEC 60099-1:1999, *Parafoudres – Partie 1: Parafoudres à résistance variable avec éclateurs pour réseaux à courant alternatif*

IEC 60099-4:2004, *Parafoudres – Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour réseaux à courant alternatif*

IEC 60269-1:1998, *Fusibles basse tension – Première partie: Règles générales*

IEC 60721 (toutes les parties), *Classification des conditions d'environnement*

IEC 60850:2000, *Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des systèmes de traction*

IEC 60913:1988, *Lignes aériennes de traction électrique*

IEC 60947 (toutes les parties), *Appareillage à basse tension*

IEC 62271-200:2003, *Appareillage à haute tension – Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

EN 50124-1:2001, *Applications ferroviaires – Coordination de l'isolement – Partie 1: Prescriptions fondamentales – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite pour tout matériel électrique et électronique*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans les IEC 60050-441, IEC 60050-446, IEC 60050-605, IEC 60050-811, IEC 60099-1, IEC 60099-4, IEC 60947, IEC 62271-200 et l'EN 50124-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 Termes généraux

3.1.1

appareillage de connexion

terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés. Il couvre également les ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les charpentes correspondants

NOTE Dans un souci de simplicité, dans la présente norme, le terme «appareillage» est employé pour «appareillage de connexion et de commande».

3.1.2

ensemble d'appareillage à courant continu

combinaison d'un ou plusieurs appareils de connexion à courant continu et d'appareils de commande, de mesure, de signalisation, de protection, de réglage, etc. associés, complètement assemblés sous la responsabilité du fournisseur, avec l'ensemble des connexions électriques et mécaniques internes et les pièces formant la structure

NOTE 1 Dans toute la série IEC 61992, le terme «ensemble d'appareillage» est utilisé dans le sens «d'ensemble d'appareillage de connexion et de commande en courant continu».

NOTE 2 Les éléments qui composent l'ensemble d'appareillage peuvent être électromécaniques ou électroniques.

NOTE 3 Une enveloppe, mais pas une enveloppe intégrale, qui renferme un appareillage de connexion et des appareillages de commande associés peut être considérée comme un ensemble d'appareillage.

3.1.3

appareil de connexion

appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques

[VEI 441-14-01]

3.1.4

disjoncteur à courant continu

appareil de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants continus dans les conditions normales du circuit ainsi que d'établir, de supporter (jusqu'à une limite spécifiée et pendant une durée spécifiée) et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit, telles que celles du court-circuit

3.1.5

sectionneur à courant continu

appareil mécanique de connexion qui fournit, en position d'ouverture et pour des raisons de sécurité, une distance d'isolement selon des exigences spécifiées

NOTE 1 Le sectionneur est capable d'ouvrir et de fermer un circuit soit lorsqu'un courant continu négligeable est interrompu ou établi, soit lorsque aucun changement de tension significatif ne se produit aux bornes du sectionneur. Cet appareil est également capable de supporter des courants continus dans les conditions normales

du circuit et de supporter, pendant une durée spécifiée, des courants dans des conditions anormales du circuit telles que celles du court-circuit.

NOTE 2 Un sectionneur n'est pas approprié pour établir ou interrompre un courant de charge, un courant de défaut ou un autre courant suscité par les effets de la foudre ou de phénomènes transitoires.

NOTE 3 Un sectionneur est uniquement capable d'établir ou d'interrompre des courants d'une amplitude très limitée comme ceux suscités par une charge électrostatique ou des décharges dans un isolement non endommagé. L'aptitude à établir ou à interrompre des courants minimaux en raison de conditions transitoires marginales éventuelles du réseau fait l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

3.1.6

interrupteur-sectionneur

appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit et, lorsque cela est spécifié, dans des conditions données de surcharge de fonctionnement. En outre, ce dispositif est capable de supporter, pendant une durée spécifiée, des courants dans les conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit. Par ailleurs, ledit appareil satisfait aux exigences imposées à un sectionneur (voir 3.1.5)

NOTE 1 Si cela est spécifié, un interrupteur-sectionneur peut être conçu pour établir des courants de court-circuit, mais non pour les interrompre.

NOTE 2 Dans certaines conditions spéciales, les interrupteurs-sectionneurs pour l'extérieur peuvent devoir être capables d'interrompre des courants de surcharge d'une amplitude spécifiée.

3.1.7

sectionneur de terre

appareil mécanique de connexion utilisé pour mettre à la terre des parties d'un circuit, capable de supporter pendant une durée spécifiée des courants dans des conditions anormales du circuit telles que celles du court-circuit, mais non prévu pour supporter du courant dans les conditions normales du circuit

NOTE Un sectionneur de terre peut avoir un pouvoir de fermeture en court-circuit (voir 3.2.23).

[VEI 441-14-11]

3.1.8

limiteur à basse tension

appareil destiné à être en parallèle dans les parties d'un système de traction où des surtensions risquent d'apparaître et dont la fonction consiste à les maintenir dans des limites de valeur prédéterminées

3.1.9

capteur à courant continu

appareil utilisé pour détecter un courant ou une tension dans un circuit principal en courant continu produisant un signal de sortie proportionnel à la valeur d'entrée primaire et linéaire par rapport à celle-ci (sur une plage donnée), destiné à être connecté à un dispositif secondaire, lequel agit en fonction de ce signal

3.1.10

shunt à courant continu

appareil connecté au circuit primaire, généralement composé de grilles métalliques fournissant un signal de sortie en millivolts proportionnel au courant circulant dans le circuit primaire

3.1.11

transducteur d'isolement

appareil interposé entre la sortie d'un capteur dans le circuit principal et l'entrée d'un appareil secondaire utilisé pour la mesure ou la protection, et utilisé pour fournir une sortie isolée du circuit principal et, généralement, à une tension inférieure

3.1.12

capteur à effet Hall

type de capteur installé autour du conducteur parcouru par le courant du circuit principal, utilisant un élément unique ou multiple à effet Hall situé dans le champ magnétique d'un circuit de fer, qui est alimenté par le courant du conducteur principal

3.1.13

diviseur

groupe de résistances connectées à travers l'alimentation principale avec une résistance de terre utilisée comme sortie, qui fournit une tension proportionnelle à l'alimentation. Cette sortie est connectée, soit directement, soit indirectement, par l'intermédiaire d'un transducteur d'isolement, aux bornes de tension de l'appareil secondaire

3.1.14

manœuvres

passage du(des) contact(s) de manœuvre d'une position à une autre, par exemple de la position d'ouverture à la position de fermeture ou de la position d'ouverture à la terre

NOTE 1 Il peut s'agir d'une manœuvre d'ouverture ou d'une manœuvre de fermeture.

NOTE 2 Si une distinction s'avère nécessaire, il convient d'utiliser le terme «manœuvre électrique» (par exemple: établissement et interruption) et «manœuvre mécanique» (par exemple: fermeture et ouverture).

NOTE 3 La position d'un appareil de connexion dont la continuité du circuit principal est assurée, est indiquée comme position «de fermeture».

NOTE 4 La position d'un appareil de connexion dont la distance prescrite entre les contacts de l'appareil de connexion est assurée, est indiquée comme position «d'ouverture».

3.1.15

cycle de manœuvres (d'un appareil mécanique de connexion)

suite de manœuvres d'une position à une autre avec retour à la première position en passant par toutes les autres positions, s'il en existe

[VEI 441-16-02]

3.1.16

manœuvre dépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre effectuée exclusivement au moyen d'une énergie manuelle directement appliquée, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre dépendent de l'action de l'opérateur

[VEI 441-16-13]

3.1.17

manœuvre à accumulation d'énergie (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre effectuée au moyen d'énergie emmagasinée dans le mécanisme lui-même avant l'achèvement de la manœuvre et suffisante pour achever la manœuvre dans des conditions prédéterminées

NOTE Ce type de manœuvre peut être subdivisé selon:

- a) le mode d'accumulation de l'énergie (ressort, poids, etc.);
- b) la provenance de l'énergie (manuelle, électrique, etc.);
- c) le mode de libération de l'énergie (manuel, électrique, etc.).

[VEI 441-16-15]

3.1.18

manœuvre indépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient de l'énergie manuelle accumulée et libérée en une seule manœuvre continue, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre sont indépendantes de l'action de l'opérateur

[VEI 441-16-16]

3.1.19

manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure

manœuvre effectuée au moyen d'énergie provenant d'une source d'énergie extérieure et libérée en une seule manœuvre continue, de telle sorte que la vitesse et la force de manœuvre sont indépendantes de l'action de l'opérateur

3.1.20

dispositif de commutation avec enclenchement empêchant les manœuvres d'ouverture et/ou de fermeture

appareil de connexion dans lequel une manœuvre (ouverture et/ou fermeture) est empêchée par des moyens d'enclenchement reflétant des conditions données du système

3.1.21

catégorie d'emploi (d'un appareil de connexion)

ensembles d'exigences spécifiées relatives aux conditions dans lesquelles l'appareil de connexion remplit son office, choisies pour représenter un groupe caractéristique d'applications pratiques

[VEI 441-17-19, modifiée]

NOTE Les exigences spécifiées peuvent concerner, par exemple, les valeurs des pouvoirs de fermeture, s'il y a lieu, les valeurs des pouvoirs de coupures et d'autres caractéristiques, les circuits associés et les conditions correspondantes d'emploi et de comportement. Le terme «service» utilisé ailleurs dans la Norme correspond à un aspect particulier de la catégorie d'utilisation.

3.1.22

appareil de connexion unidirectionnel

appareil de connexion (par exemple disjoncteur) dont le but est d'interrompre un courant continu qui s'écoule dans un sens prescrit à travers ce dispositif et qui est identifié en conséquence

3.1.23

appareil de connexion bidirectionnel

appareil de connexion (par exemple disjoncteur) dont le but est d'interrompre un courant continu qui s'écoule dans l'un ou l'autre sens à travers ce dispositif et qui est identifié en conséquence.

NOTE La preuve de l'aptitude bidirectionnelle est comprise dans les essais de type d'interruption.

3.2 Caractéristiques nominales

3.2.1

Tensions

3.2.1.1

tension nominale

U_n

tension par laquelle une installation ou une partie d'installation est désignée

3.2.1.2 Limites de tension du système

3.2.1.2.1

tension la plus élevée du système

U_{max}

valeur maximale donnée pour la tension U_{max1} dans les conditions de fonctionnement continu spécifiées dans l'IEC 60850

3.2.1.2.2

Tension la moins élevée du système

U_{min}

valeur minimale donnée pour la tension U_{min1} dans les conditions de fonctionnement continu spécifiées dans l'IEC 60850

3.2.1.3

tension assignée d'isolement

U_{Nm}

valeur maximale de la tension continue pour laquelle le matériel est conçu compte tenu de son isolement

3.2.1.4

tension assignée

U_{Ne}

valeur de la tension donnée par le fabricant qui, combinée avec le courant assigné de service, détermine l'utilisation du matériel et à laquelle les essais et les catégories d'emploi, le cas échéant, se rapportent

NOTE La tension assignée peut différer de la tension nominale selon une quantité dans les tolérances autorisées.

3.2.1.5

tension assignée d'alimentation auxiliaire et de commande

tension mesurée aux bornes du circuit de l'appareil en fonctionnement, y compris, si nécessaire, les résistances ou accessoires auxiliaires alimentés ou connectés en série avec celui-ci à la demande du fabricant, mais sans les conducteurs de raccordement à l'alimentation électrique

3.2.1.6

Tensions des parafoudres et des limiteurs à basse tension

3.2.1.6.1

tension assignée d'un parafoudre à éclateur

U_r

valeur maximale de la tension continue entre bornes pour laquelle le parafoudre résiste de manière continue de par sa conception

3.2.1.6.2

tension assignée d'un parafoudre sans éclateur

U_r

valeur maximale de la tension continue entre les bornes pour laquelle le parafoudre fonctionne correctement, de par sa conception, dans des conditions de surtensions temporaires selon les résultats des essais de service (voir 4.7.5 de l'IEC 61992-5). La tension assignée est utilisée comme un paramètre de référence pour la spécification des caractéristiques de fonctionnement

3.2.1.6.3

tension assignée d'un limiteur à basse tension

U_r

valeur maximale de la tension continue entre les bornes à laquelle le limiteur à basse tension résiste de manière continue, de par sa conception

3.2.1.6.4

tension maximale de fonctionnement continu d'un parafoudre sans éclateur

U_c

cette tension correspond à U_{max} définie en 3.2.1.2.1

3.2.1.6.5

niveau de tension de protection d'un parafoudre à éclateur

U_p

valeur de crête, déclarée par le fournisseur, supérieure au maximum des trois valeurs de tension entre les bornes du parafoudre: tension résiduelle à I_n , tension d'amorçage maximale de choc de foudre standard, tension d'amorçage maximale de front de choc, cette dernière divisée par 1,15

3.2.1.6.6

niveau de tension de protection pour parafoudre sans éclateur

U_p

niveau de protection de choc du parafoudre couvrant la tension résiduelle maximale pour le courant de décharge nominal I_n

3.2.1.6.7

tension de tenue maximale d'un limiteur à basse tension

U_w

valeur de tension de crête maximale entre bornes à laquelle le courant du limiteur de tension est zéro ou est limité aux valeurs spécifiées (courant de fuite)

3.2.1.6.8

tension d'amorçage maximale d'un limiteur à basse tension

U_s

valeur maximale de tension entre bornes à laquelle un limiteur de tension à éclateur est conçu pour réaliser une connexion entre bornes pour limiter la différence de potentiel entre les mêmes éléments à une valeur sûre

3.2.1.7

tension assignée de tenue aux chocs

U_{Ni}

valeur de crête d'une tension de choc de forme et de polarité prescrites à laquelle le matériel est capable de résister sans défaillance dans les conditions d'essai spécifiées

3.2.1.8

niveau de tenue de la tension à fréquence industrielle (à sec et sous pluie)

U_a

niveau de tension d'essai à fréquence industrielle qui, s'il est affronté avec succès par le matériel, prouve l'intégrité de ses isollements dans les conditions de fonctionnement

3.2.1.9

tension de rétablissement

tension qui apparaît entre les bornes d'un appareil de connexion après l'interruption du courant

[VEI 441-17-25, modifiée]

3.2.1.10

tension d'arc maximale

$\hat{U}_{arc}$

tension maximale qui apparaît à travers l'appareil de connexion pendant la formation d'un arc

3.2.2

courant présumé

courant qui circulerait dans le circuit si chaque pôle de l'appareil de connexion était remplacé par un conducteur d'impédance négligeable

[VEI 441-17-01, modifiée]

NOTE Le courant présumé peut être qualifié de la même manière que le courant réel: courant présumé coupé, valeur crête du courant présumé, etc.

3.2.3

courant thermique à l'air libre conventionnel

I_{th}

courant susceptible d'être utilisé pour l'essai d'échauffement d'un matériel à l'air libre (voir notes 1 et 2). Cette valeur est supérieure ou égale à la valeur maximale du courant assigné de service I_{Ne} du matériel.

NOTE 1 L'air libre est l'air existant à l'intérieur dans les conditions normales et qui est normalement exempt de poussières et de rayonnements extérieurs.

NOTE 2 Un appareil à l'air libre est un appareil fourni par le fabricant sans enveloppe (voir 3.3.16) ou un appareil fourni par le fabricant avec une enveloppe intégrale (voir 3.3.17).

3.2.4

courant thermique protégé conventionnel

I_{the}

courant indiqué par le fabricant susceptible d'être utilisé pour les essais d'échauffement du matériel lorsque celui-ci est monté dans une enveloppe spécifiée

Cette valeur est supérieure ou égale à la valeur maximale du courant assigné de service I_{Ne} du matériel protégé

3.2.5

courant de service assigné

I_{Ne}

valeur du courant indiquée par le fabricant en tenant compte de la tension assignée (voir 3.2.1.4), du service continu et de la catégorie d'emploi (voir 3.1.21) ainsi que du type d'enveloppe éventuelle, le cas échéant.

NOTE 1 Toute valeur de courant dépassant I_{Ne} est un état de surcharge.

NOTE 2 Si un cycle de fonctionnement est spécifié par l'acheteur, il convient qu'il définisse les courants en régime permanent avant et après le cycle de fonctionnement. Si les échauffements résultant du cycle de fonctionnement dépassent les limites d'échauffement, il est alors nécessaire d'utiliser un courant assigné de service plus élevé.

3.2.6

Courants des parafoudres et des limiteurs à basse tension

3.2.6.1

courant nominal de décharge d'un parafoudre à éclateur

I_n

valeur de crête d'un courant de décharge, ayant une forme d'onde 8/20, qui est utilisée pour classer un parafoudre. C'est également le courant de décharge qui est utilisé pour initier un courant suiveur dans l'essai en fonctionnement

3.2.6.2

courant nominal de décharge d'un parafoudre sans éclateur

I_n

valeur de crête du choc de courant de foudre (voir l'IEC 60099-4) qui est utilisée pour classer un parafoudre

3.2.6.3

courant admissible à long terme d'un limiteur à basse tension

I_w

courant auquel un limiteur à basse tension est capable de résister pendant 1 800 s dans des conditions spécifiées

3.2.6.4

courant de fuite d'un limiteur à basse tension

courant qui s'écoule entre les bornes d'un limiteur à basse tension lorsque U est appliqué dans des conditions normales de service

3.2.7

courant assigné de courte durée admissible

I_{Ncw}

courant qu'un circuit ou un appareil de connexion dans la position de fermeture peut supporter pendant un court intervalle de temps spécifié et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

3.2.8

courant assigné de défaut à la terre (d'un ensemble d'appareillage)

I_{Ncwe}

courant maximal admissible de courte durée qui peut être supporté par le circuit de terre

3.2.9

courant de court-circuit

I_{ss}

courant présumé soutenu résultant d'un court-circuit entraîné par un défaut ou une connexion incorrecte dans un circuit électrique

3.2.10

courant de court-circuit assigné

I_{Nss}

valeur maximale du courant présumé de court-circuit permanent que l'appareil va supporter

3.2.11

crête du courant de court-circuit

$\hat{I}_{ss}$

valeur de crête présumée du courant de court-circuit dans des conditions transitoires

3.2.12

courant coupé limité

valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la coupure d'un appareil de connexion

[VEI 441-17-12, modifiée]

3.2.13

constante de temps du circuit

t_c

valeur du ratio de l'inductance à la résistance du circuit

3.2.14

constante de temps de voie (d'une ligne)

T_c

constante de temps de la voie proprement dite, plus toutes les parties du côté charge d'un appareil de connexion, y compris la ligne de contact (ligne aérienne ou troisième rail), le circuit de retour, toute connexion inductive à basse fréquence et à haute fréquence

3.2.15

constante de temps assignée de voie (d'un appareil de connexion)

T_{Nc}

valeur conventionnelle assignée à un appareil de connexion pour qualifier la capacité d'un appareil à couper des courants de courts-circuits inductifs dans des conditions spécifiées

3.2.16

constante de temps de la source

T_s

constante de temps de la source à courant continu du côté alimentation d'un appareil de connexion, comprenant le réseau d'alimentation à courant alternatif, le matériel redresseur de conversion, les inductances de lissage, les connexions à courant continu des sous-stations et des câbles d'alimentation ainsi que les connexions de retour entre la voie et la sous-station

3.2.17

courant de coupure

courant dans un appareil de connexion au moment de l'initiation de la séparation du contact pendant une coupure

3.2.18

pouvoir de coupure

valeur du courant présumé qu'un appareil de connexion est capable d'interrompre sous une tension fixée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[VEI 441-17-08, modifiée]

3.2.19

pouvoir de coupure assigné en court-circuit

pouvoir de coupure pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit aux bornes coté charge de l'appareil de connexion

3.2.20

courant critique

I_c

valeur du courant de coupure, inférieur au courant assigné de coupure de court-circuit, à laquelle la durée de l'arc est maximale et est supérieure de manière significative au courant de coupure assigné de court-circuit

NOTE Un courant ou une plage de courants peut produire cet effet. Voir l'Annexe C.

3.2.21

court-circuit à énergie de circuit maximale

$I_{max E}$

court-circuit possédant la valeur maximale possible d'énergie de circuit qui se produit normalement le long de la voie à une courte distance de la sous-station

3.2.22

pouvoir de fermeture

valeur du courant de fermeture présumé établi qu'un appareil de connexion est capable d'établir sous une tension fixée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[VEI 441-17-09]

3.2.23

pouvoir de fermeture assigné en court-circuit

pouvoir de fermeture pour lequel les conditions prescrites comportent un court-circuit aux bornes côté charge de l'appareil de connexion

3.2.24

court-circuit de défaut éloigné

court-circuit à une position éloignée de l'appareil de connexion interrompant le défaut

3.2.25

décharge disruptive

phénomène associé à la défaillance d'isolation, sous contrainte électrique, où la décharge shunte complètement l'isolation en essai, réduisant la tension entre les électrodes à zéro ou à une valeur proche de zéro

NOTE 1 Ce terme s'applique aux décharges dans les diélectriques solides, liquides et gazeux ainsi qu'à leurs combinaisons.

NOTE 2 Une décharge disruptive dans un diélectrique solide produit une perte permanente de rigidité diélectrique (isolation non auto-régénératrice).

NOTE 3 Le terme «amorçage» est utilisé lorsque la décharge se produit dans un diélectrique gazeux ou liquide.

NOTE 4 Le terme «contournement» est utilisé lorsque la décharge disruptive longe la surface d'un diélectrique solide entouré d'un gaz ou d'un liquide isolant.

NOTE 5 Le terme «perforation» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

3.2.26

température de l'air ambiant (d'un appareillage)

température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air autour de l'enveloppe de l'appareillage

3.2.27

vitesse de montée initiale

vitesse de montée au début du passage du courant

3.3 Composants

3.3.1

élément constitutif

partie essentielle de l'appareillage qui sert une fonction spécifique (par exemple, disjoncteur, sectionneur, interrupteur, fusible, shunt, transducteurs de tension et de courant, traversée, jeu de barres, etc.)

3.3.2

partie conductrice

partie capable de conduire du courant, bien qu'elle ne soit pas nécessairement utilisée pour conduire du courant en service normal

[VEI 441-11-09]

3.3.3

masse

partie conductrice susceptible d'être touchée et qui n'est normalement pas sous tension, mais qui peut le devenir en cas de défaut

[VEI 441-11-10]

NOTE 1 Une partie conductrice d'un matériel qui ne peut être mise sous tension en cas de défaut que par l'intermédiaire d'une masse n'est pas considérée comme une masse.

NOTE 2 Les masses caractéristiques sont les parois des enveloppes, etc.

3.3.4

partie active

tout conducteur ou toute partie conductrice destiné(e) à être sous tension en service normal, ainsi que, le cas échéant, le conducteur de retour

NOTE Le circuit de retour de l'appareillage peut être considéré soit comme une partie sous tension, soit comme une partie mise à la terre. La tension assignée d'isolement du circuit de retour est donnée par l'acheteur.

3.3.5

distance dans l'air

distance entre deux parties conductrices le long d'un fil tendu suivant le plus court trajet possible entre ces deux parties conductrices

3.3.6

distance d'isolement à la terre

distance entre n'importe quelle partie conductrice et n'importe quelle partie mise à la terre ou prévue pour être mise à la terre

3.3.7

Distances entre les contacts principaux

3.3.7.1

distance d'isolement entre contacts ouverts

distance entre les contacts, ou n'importe quelle partie conductrice reliée au contact, d'un appareil mécanique de connexion en position d'ouverture

3.3.7.2

distance de sectionnement

distance d'isolement entre contacts ouverts satisfaisant aux exigences de sécurité concernant les appareils de connexion

3.3.8

ligne de fuite

distance la plus courte à la surface d'un matériau isolant entre deux parties conductrices

NOTE Un joint entre deux portions de matière isolante est considéré comme faisant partie de cette surface.

3.3.9

Circuits à la tension d'alimentation

3.3.9.1

circuit principal (d'un appareil de connexion)

ensemble de pièces conductrices d'un appareil de connexion insérées dans le circuit qu'il a pour fonction de fermer et d'ouvrir

3.3.9.2

circuit principal (d'un ensemble d'appareillage)

toutes les pièces conductrices d'un ensemble d'appareillage qui sont à la tension d'alimentation du réseau, transitant le courant, à l'exclusion du jeu de barres

3.3.9.3

jeu de barres (d'un ensemble d'appareillage)

pièces conductrices d'un ensemble d'appareillage, à la tension d'alimentation du réseau, qui sont destinées à distribuer le courant à une ou à plusieurs unités fonctionnelles

3.3.10

Contacts principaux de circuits

3.3.10.1

contact principal (d'un appareil mécanique de connexion)

contact inséré dans le circuit principal d'un appareil mécanique de connexion, prévu pour supporter, dans la position de fermeture, le courant du circuit principal

3.3.10.2

contact d'arc

contact prévu pour que l'arc s'y établisse (le cas échéant)

NOTE Un contact d'arc peut jouer le rôle de contact principal: il peut s'agir d'un contact distinct conçu de façon à s'ouvrir après et à se fermer avant un autre contact qu'il a pour rôle de protéger contre les détériorations.

3.3.11

circuit de commande (d'un appareil de connexion)

pièces conductrices d'un appareil de connexion, autres que celles qui constituent le circuit principal, formant un circuit utilisé pour commander et actionner les manœuvres de fermeture et d'ouverture de l'appareil de connexion

3.3.12

circuit auxiliaire (d'un appareil de connexion)

pièces conductrices d'un appareil de connexion formant un circuit différent du circuit principal et du circuit de commande

3.3.13

circuit auxiliaire (d'un ensemble d'appareillage)

toutes les pièces conductrices d'un appareillage insérées dans un circuit, autre que le circuit principal, destinées à la commande, à la mesure à la signalisation et à la régulation

NOTE Les circuits auxiliaires d'un appareillage comprennent les circuits de commande et les circuits des auxiliaires des appareils de connexions.

3.3.14

unité de transport

partie d'un appareillage pouvant être transportée sans être démontée

3.3.15

unité fonctionnelle

partie d'un appareillage comprenant tous les éléments constitutifs des circuits principaux et auxiliaires qui concourent à l'exécution d'une seule fonction

NOTE Les unités fonctionnelles peuvent se différencier selon la fonction pour laquelle elles sont prévues, par exemple: unité d'arrivée, unité de départ, etc.

3.3.16

enveloppe

partie procurant un degré de protection spécifié du matériel contre certaines influences externes spécifiées et un degré de protection spécifié contre l'approche des parties actives ou le contact avec elles ou contre le contact avec des pièces en mouvement

3.3.17

enveloppe intégrale

enveloppe faisant partie intégrante de l'installation

3.3.18

compartiment

partie fermée d'un appareillage à l'exception des ouvertures nécessaires aux connexions, à la commande et/ou à la ventilation

NOTE 1 Un compartiment peut être conçu pour l'élément constitutif principal qu'il contient, par exemple, compartiment de disjoncteur, compartiment de jeu de barres, etc.

NOTE 2 Les ouvertures nécessaires pour les connexions entre les compartiments sont obturées par des traversées ou d'autres moyens équivalents.

NOTE 3 Les compartiments de jeu de barres peuvent s'étendre sur plusieurs unités fonctionnelles sans que des traversées ou d'autres moyens équivalents soient nécessaires.

3.3.19

cloison

partie d'un appareillage séparant un compartiment des autres compartiments

3.3.20

volet

partie d'un appareillage qui peut être déplacé d'une position dans laquelle elle constitue une partie de l'enveloppe ou de la cloison qui protègent les parties actives à une position dans laquelle elle permet l'embrochage des contacts d'une partie amovible sur des parties actives

3.3.21

traversée

structure portant un ou plusieurs conducteurs à travers une enveloppe en les isolant de cette enveloppe et comprenant les moyens de fixation

3.3.22

partie amovible

partie d'un appareillage qui peut être entièrement enlevée d'un appareillage sous enveloppe métallique et remise en place, même quand le circuit principal est sous tension

3.3.23

partie débrochable

partie amovible d'un appareillage qui, tout en demeurant reliée mécaniquement à l'enveloppe peut être déplacée jusqu'à des positions établissant une distance de sectionnement ou un cloisonnement métallique entre contacts ouverts

3.3.24

position de service (position raccordée) d'une partie amovible

position occupée par une partie amovible quand elle est entièrement connectée pour la fonction à laquelle elle est destinée

3.3.25

position d'essai (d'une partie débrochable)

position d'une partie débrochable dans laquelle une distance de sectionnement ou un cloisonnement métallique est établi dans le circuit principal et dans laquelle les circuits de commande sont raccordés

3.3.26

position de sectionnement (d'une partie débrochable)

position d'une partie débrochable dans laquelle une distance de sectionnement est établie ou un cloisonnement métallique est mis en place dans les circuits de la partie débrochable, cette partie restant mécaniquement reliée à l'enveloppe

NOTE Dans l'appareillage, les circuits auxiliaires peuvent rester branchés.

3.3.27

position de retrait (d'une partie amovible)

position d'une partie amovible quand elle est retirée et séparée mécaniquement et électriquement de l'enveloppe

3.3.28

Types d'appareillage

3.3.28.1

appareillage sous enveloppe métallique

ensemble d'appareillage avec une enveloppe métallique externe destinée à être mise à la terre, entièrement terminé, à l'exception des connexions extérieures

NOTE L'appareillage sous enveloppe métallique se subdivise en trois types:

- appareillage recouvert de métal;
- appareillage à compartiments (avec une ou plusieurs cloisons non métalliques);
- appareillage d'armoire.

3.3.28.2

appareillage recouvert de métal

appareillage sous enveloppe métallique dans lequel les éléments constitutifs sont disposés dans des compartiments séparés par des cloisons métalliques destinées à être mises à la terre

NOTE 1 Ce terme s'applique à l'appareillage sous enveloppe métallique avec des cloisons métalliques offrant le degré de protection de l'IEC 61992-6 (ou un degré supérieur) et ayant des compartiments séparés au moins pour les éléments constitutifs suivants:

- chaque appareil principal de connexion;
- les éléments constitutifs connectés à une face de l'appareil principal de connexion, par exemple le circuit d'alimentation;
- les éléments constitutifs connectés à l'autre face de l'appareil principal de connexion, par exemple les jeux de barres; lorsqu'il y a plus d'un jeu de barres, chaque jeu est dans un compartiment séparé.

NOTE 2 L'appareillage sous enveloppe métallique qui possède des cloisons métalliques et qui répond à toutes les dispositions de la note 1 peut utiliser une barrière en volet isolant comme une partie d'une disposition de volet, dont la combinaison fournit un degré de protection inclus au Tableau 1 de l'IEC 61992-6 (ou un degré supérieur) et satisfait aux exigences de la norme pour les cloisons et les volets en matériau isolant.

3.3.28.3

appareillage à compartiments (avec cloisons non métalliques)

appareillage sous enveloppe métallique dans lequel les éléments constitutifs sont disposés dans des compartiments séparés comme pour l'appareillage recouvert de métal, mais avec une ou plusieurs cloisons non métalliques fournissant le degré de protection du Tableau 1 de l'IEC 61992-6 (ou un degré supérieur)

NOTE L'appareillage sous enveloppe métallique dans lequel les éléments constitutifs du circuit principal sont noyés individuellement dans un matériau isolant solide peut être considéré comme une alternative, si les conditions spécifiées dans l'IEC 60466 sont satisfaites.

3.3.28.4

appareillage d'armoire

appareillage, autre que l'appareillage recouvert de métal ou à compartiments

NOTE Ce terme s'applique à l'appareillage ayant une enveloppe métallique et ayant:

- soit un nombre de compartiments inférieur à celui exigé pour les appareillages recouverts de métal ou à compartiments;
- soit des cloisons d'un degré de protection inférieur à ceux du Tableau 1 de l'IEC 61992-6;
- soit pas de cloisons.

3.3.29

degré de protection

degré de protection fourni par une enveloppe pour protéger les personnes du contact ou de l'approche des parties actives et du contact avec les pièces en mouvement à l'intérieur de l'enveloppe et pour protéger l'installation contre la pénétration de corps solides (voir l'IEC 60529)

3.4 Termes liés aux disjoncteurs, aux interrupteurs-sectionneurs et aux relais associés à courant continu

3.4.1

disjoncteur à courant continu à air

disjoncteur à courant continu qui fonctionne exclusivement au moyen de contacts qui s'ouvrent et se ferment dans l'air à la pression atmosphérique

3.4.2

~~disjoncteur à courant continu à gaz~~

~~non utilisé dans les applications en courant continu~~

3.4.3

disjoncteur à semi-conducteur

disjoncteur conçu pour établir et/ou interrompre le courant dans un circuit électrique au moyen de la conductivité contrôlée d'un semi-conducteur

NOTE Des contacts mécaniques peuvent être associés à ces appareils à semi-conducteur.

3.4.4

disjoncteur de ligne

L

disjoncteur utilisé pour connecter, ou déconnecter, un circuit de puissance à une source d'alimentation en courant continu. Le circuit de puissance est le circuit qui transmet l'énergie électrique aux machines électriques et à l'équipement de traction des véhicules. Ces disjoncteurs sont équipés d'une protection électrique et de dispositifs de déclenchement. Les disjoncteurs de ligne sont utilisés pour déconnecter la ligne de voie du jeu de barre sous tension

NOTE Les disjoncteurs de ligne sont toujours des disjoncteurs à déclenchement libre (voir 3.4.11).

3.4.5

disjoncteur redresseur

R

disjoncteur qui relie la sortie du redresseur au jeu de barre sous tension du tableau de distribution

NOTE 1 Les disjoncteurs à redresseur sont équipés d'un déclencheur série inverse pour déconnecter le redresseur du jeu de barre à courant continu en cas de défaut du redresseur. En fonctionnement ces disjoncteurs sont unidirectionnels et ils sont à régime intermittent en sens direct.

NOTE 2 Les termes «en sens direct» et «en sens inverse» ont trait à l'écoulement normal de l'énergie.

3.4.6 **disjoncteur d'interconnexion**

I

disjoncteur utilisé pour accoupler ou désaccoupler différentes portions du réseau de lignes de contact

NOTE Ces disjoncteurs sont parfois appelés disjoncteurs «de sectionnement» ou «de sectionnement de barres».

3.4.7 **Disjoncteurs limiteurs de courant**

3.4.7.1 **disjoncteur rapide limiteur de courant**

H

disjoncteur dont la durée de coupure est suffisamment brève en vue d'empêcher le courant de court-circuit d'atteindre la valeur de crête qu'il aurait atteinte sans interruption

3.4.7.2 **disjoncteur très rapide limiteur de courant**

V

disjoncteur pour lequel la durée d'ouverture est inférieure à celle du disjoncteur de type H. Les caractéristiques détaillées sont définies au point b) de 5.2 de l'IEC 61992-2

3.4.7.3 **disjoncteur à limitation de courant coupé**

C

disjoncteur qui fonctionne afin de maintenir le courant coupé dans les limites d'une valeur spécifiée

Note 1 à l'article: Les caractéristiques détaillées sont définies au point b) de 5.2 de l'IEC 61992-2:A1:2014.

3.4.8 **disjoncteur semi-rapide**

S

disjoncteur dans lequel l'interruption du courant est assurée mais où aucune limitation du courant ne peut avoir lieu

3.4.9 **disjoncteur ou interrupteur sectionneur à fermeture empêchée**

appareil de connexion dont la fermeture des contacts principaux dans le circuit principal est empêchée lorsque l'ordre de fermeture est donné et/ou maintenu et que, simultanément, des conditions (par exemple signaux de commande de la protection électrique de surintensité ou de court-circuit) exigeant l'ouverture du disjoncteur sont présentes

3.4.10 **déclenchement (manœuvre)**

manœuvre d'ouverture d'un appareil de connexion initiée par un relais ou un déclencheur

3.4.11 **disjoncteur à déclenchement libre**

disjoncteur dont les contacts mobiles reviennent en position d'ouverture et y restent quand la manœuvre de déclenchement est commandée après le début de la commande de la manœuvre de fermeture, même si l'ordre de fermeture est maintenu

NOTE Pour garantir l'interruption correcte du courant qui peut avoir été établi, il est parfois nécessaire que les contacts atteignent provisoirement la position de fermeture.

3.4.12 **déclencheur (d'un appareil mécanique de connexion)**

dispositif raccordé mécaniquement à un appareil mécanique de connexion dont il libère les organes de retenue et qui permet l'ouverture ou la fermeture de l'appareil

NOTE 1 Le terme «déclencheur» se réfère ici à tout dispositif à action mécanique utilisé pour une manœuvre de déclenchement lorsque les conditions spécifiées sont satisfaites dans les circuits électriques d'entrée du dispositif.

NOTE 2 Un disjoncteur peut avoir plusieurs déclencheurs, chacun d'eux devenant opérationnel conformément à des conditions spécifiées.

NOTE 3 Un déclencheur peut être constitué de pièces mécaniques, électromagnétiques ou électroniques.

3.4.13

relais (d'un appareil mécanique de connexion)

dispositif relié électriquement à un déclencheur monté sur le mécanisme de manœuvre d'un appareil de connexion et qui permet la manœuvre de cet appareil

NOTE 1 Le terme «relais» se réfère ici à tout dispositif à action électrique utilisé pour exécuter une manœuvre de déclenchement lorsque les conditions spécifiées sont satisfaites dans les circuits électriques d'entrée du dispositif.

NOTE 2 Un disjoncteur peut avoir plusieurs relais, chacun d'eux devenant opérationnel conformément à des conditions spécifiées.

NOTE 3 Un relais peut être constitué de pièces électromagnétiques ou électroniques.

3.4.14

relais à maximum de courant ou déclencheur à maximum de courant

relais ou déclencheur qui entraîne l'ouverture d'un appareil mécanique de connexion avec ou sans retard lorsque le courant dans le relais ou le déclencheur dépasse une valeur prédéterminée

3.4.14.1

relais direct à maximum de courant ou déclencheur direct à maximum de courant

relais ou déclencheur à maximum de courant alimenté directement par le courant dans le circuit principal d'un appareil de connexion

3.4.14.2

relais indirect à maximum de courant ou déclencheur indirect à maximum de courant

relais ou déclencheur à maximum de courant alimenté par le courant du circuit principal d'un appareil de connexion par l'intermédiaire d'un shunt ou d'un capteur

3.4.15

relais série à maximum de courant ou déclencheur série à maximum de courant

relais ou déclencheur conçu comme faisant partie du circuit principal du disjoncteur

NOTE La manœuvre d'ouverture du disjoncteur peut être entraînée par d'autres relais ou déclencheurs spécifiques à l'équipement de traction (relais différentiels, relais thermiques etc.).

3.4.16

relais instantané ou déclencheur instantané

relais ou déclencheur qui fonctionne sans retard intentionnel

3.4.17

commutateur auxiliaire de déclencheur

commutateur auxiliaire manœuvré par le relais ou le déclencheur pour fournir une indication de leur fonctionnement dans des conditions de défaut. Un tel commutateur auxiliaire peut être doté d'un actionnement retardé

3.4.18

relais shunt ou déclencheur shunt

relais ou déclencheur alimenté par une source de tension indépendante

3.4.19

relais à minimum de tension ou déclencheur à minimum de tension

relais ou déclencheur qui provoque l'ouverture de l'appareil de connexion lorsque la tension apparaissant aux bornes de l'appareil de connexion tombe au-dessous d'une valeur sélectionnée

3.4.20

courant de réglage (d'un relais ou d'un déclencheur série à maximum de courant)

valeur du courant du circuit principal à laquelle la caractéristique de manœuvre du relais ou du déclencheur se rattache et pour laquelle le relais et le déclencheur sont réglés

NOTE Un relais ou un déclencheur peut posséder plusieurs réglages de courant.

3.4.21

domaine du courant de réglage (d'un relais ou d'un déclencheur série à maximum de courant)

domaine limité par les valeurs minimale et maximale entre lesquelles on peut sélectionner la valeur du courant de réglage du relais ou du déclencheur

3.4.22

dispositif d'antipompage

dispositif qui empêche une refermeture après une manœuvre de fermeture-ouverture pendant toute la durée du maintien de l'ordre de fermeture

3.4.23

Caractéristiques d'ouverture

3.4.23.1

durée d'ouverture

t_i

intervalle de temps entre l'instant spécifié du début de la manœuvre d'ouverture et l'instant de séparation de tous les contacts dans le circuit principal

L'ouverture d'un disjoncteur peut être provoquée par un relais (ou un déclencheur) à maximum de courant intégré en série (voir 3.4.23.3) ou par un appareil différent (voir 3.4.23.4).

3.4.23.2

durée d'ouverture à maximum de courant

durée d'ouverture d'un relais ou d'un déclencheur à maximum de courant

3.4.23.3

durée d'ouverture avec commande du relais série à maximum de courant (ou du déclencheur série à maximum de courant)

intervalle de temps entre l'instant où le courant du circuit principal atteint la valeur du courant de réglage (du relais ou du déclencheur) et l'instant de séparation de tous les contacts

3.4.23.4

durée d'ouverture commandée par un dispositif autre qu'un relais à maximum de courant (ou un déclencheur à maximum de courant)

intervalle de temps entre l'instant du début de la variation de l'énergie de commande (par une émission ou une perte d'énergie) initiant la manœuvre d'ouverture et l'instant de séparation de tous les contacts

3.4.23.5

durée d'arc

t_a

intervalle de temps entre l'instant de début de l'arc et l'instant de l'extinction finale de l'arc

3.4.23.6

durée totale de coupure

t_b

intervalle de temps entre le début de la durée de l'ouverture et l'extinction du courant

$$t_b = t_i + t_a$$

3.4.23.7

intégrale de Joule

I^2t

intégrale du carré du courant dans un disjoncteur pendant le processus de coupure sur le temps de coupure total:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

où

t_0 est l'instant d'ouverture,

t_1 est l'instant final d'extinction de courant.

L'intégrale de Joule peut être également prise en compte pour la durée d'arc uniquement.

3.4.23.8

caractéristique I^2t d'un disjoncteur

information (généralement sous la forme d'une courbe) donnant les valeurs de I^2t (correspondant à la durée de coupure totale) en tant que fonction du courant présumé (à la tension correspondante, pour des conditions spécifiées du courant de réglage du relais ou du déclencheur) et la constante de temps du circuit d'essai

3.4.23.9

durée de coupure totale – caractéristique du courant

courbe donnant, pour des conditions spécifiées du courant de réglage du relais ou du déclencheur, la durée de coupure en fonction du courant présumé et de la constante de temps du circuit d'essai

3.4.23.10

caractéristique de coupure (courant)

courbe donnant, pour des conditions spécifiées du courant de réglage du relais, le courant coupé limité en fonction du courant présumé et de la constante de temps du circuit d'essai

3.4.24

disjoncteur hybride à courant continu

disjoncteur constitué par un élément de commutation mécanique pour conduire le courant et par un circuit de coupure électronique parallèle pour couper le courant

4 Exigences et conditions de fonctionnement en service

4.1 Conditions d'environnement

Les conditions d'environnement du matériel pour l'intérieur sont spécifiées à l'Annexe B.

Le matériel qui peut être mis en place dans des conditions normales selon les spécifications de l'Annexe B ne demande pas d'exigences spéciales au stade de la soumission ou de la commande.

Les conditions de fonctionnement en service, dans lesquelles une ou plusieurs des conditions normales sont dépassées, sont à considérer comme des conditions anormales de fonctionnement en service. Dans tous ces cas, des exigences supplémentaires concernant le matériel doivent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

Lorsque les conditions de fonctionnement en service sont anormales, des essais spéciaux ou des caractéristiques spéciales d'essai, indiqués dans les normes, ou sinon, convenus entre

l'acheteur et le fournisseur, peuvent prouver l'aptitude du matériel à être utilisé dans les conditions anormales énoncées.

4.2 Niveaux d'isolement

La demande et la commande, de même que la plaque signalétique, doivent indiquer la tension d'isolement assignée applicable ainsi que le niveau de tension de choc assigné (de la manière indiquée dans les parties appropriées de la série de normes IEC 61992).

Le Tableau 1 donne les niveaux d'isolement et les distances d'isolement.

L'Annexe D donne les valeurs recommandées des lignes de fuite.

Des pointes de commutation sont également prises en compte pour certains éléments spécifiques de l'installation et sont mentionnées aux endroits appropriés de la présente norme. Sauf indication contraire, le niveau de tension à considérer pour les pointes de commutation, est le même que celui qui est indiqué pour les pointes de tension de foudre.

A l'intérieur de l'appareil considéré et entre l'appareil proprement dit et son enveloppe métallique mise à la terre ou son enveloppe constituée d'un matériau d'isolement approprié, des distances inférieures aux valeurs minimales prescrites au Tableau 1 sont acceptables. Alors des essais de type appropriés doivent montrer qu'il ne peut se produire aucune décharge et que l'isolement et les lignes de fuite données sont suffisantes dans les conditions ambiantes réellement rencontrées ou susceptibles d'être rencontrées pendant un fonctionnement en service normal.

Tableau 1 – Niveaux d'isolement

U_n	U_{Ne}	U_{Nm}	OV	U_{Ni}		U_a		Distance d'isolement à l'intérieur		Distance d'isolement à l'extérieur	
				A	B	A	B	A	B	A'	B'
kV	kV	kV		kV	kV	kV	kV	mm	mm	mm	mm
0,6	0,72	0,9	3	6	7,2	2,8	3,4	10	12	18	22
			4	8	9,6	3,6	4,3	14	17	21	25
0,75	0,9	1,2	3	8	9,6	3,6	4,3	14	17	21	25
			4	12	14,4	5,5	6,6	22	26	27	32
0,75	0,9	1,8	3	10	12	4,6	5,5	18	22	23	28
			4	15	18	6,9	8,3	27	32	33	40
1,5	1,8	2,3	3	12	14,4	5,5	6,6	22	26	27	32
			4	18	21,6	8,3	10	32	38	39	47
1,5	1,8	3	3	15	18	6,9	8,3	27	32	33	40
			4	20	24	9,2	11	36	43	43	52
3	3,6	3,6	3	25	30	11,5	13,8	45	54	53	64
			4	30	36	14	16,8	54	65	63	76
3	3,6	4,8	3	30	36	14	16,8	54	65	63	76
			4	40	48	18,5	22,2	72	86	82	98
3	4,8	6,5	3	40	48	18,5	22,2	72	86	82	98
			4	50	60	23	27,6	91	109	101	121
Colonne U_n = tension nominale U_{Ne} = tension assignée U_{Nm} = tension assignée d'isolement U_{Ni} = tension assignée de choc U_a = niveau de tension de tenue de fréquence industrielle			Origine des valeurs (IEC 60850) (EN 50124-1, A.2) A (EN 50124-1, A.2) B $\cong$ A $\times$ 1,2 A (EN 50124-1, B.1) B $\cong$ A $\times$ 1,2		A: à la terre et entre phases – à l'intérieur B: à travers une distance d'isolement le cas échéant – à l'intérieur A' et B': comme A et B mais à l'extérieur						
Les distance d'isolement pour les conditions A et A' sont extraites du Tableau A.3 de l'EN 50124-1. Les valeurs recommandées correspondent à un degré de pollution PD4 pour des matériels à l'intérieur et à un degré PD4A pour des matériels à l'extérieur. Les valeurs des conditions B et B' sont obtenues en multipliant respectivement A et A' par 1,2.											
NOTE 1 La catégorie OV3 est internationalement reconnue et est appropriée pour des valeurs jusqu'à U_{Nm} = 2,3 kV. Il peut être judicieux d'utiliser la catégorie OV4 pour les matériels extérieurs, raccordés directement à la ligne de contact, à l'exception de ceux situés dans des tunnels ou faisant parie de réseaux de transports urbains.											
NOTE 2 La catégorie OV4 est recommandée dans tous les cas pour des valeurs de U_{Nm} supérieures à 2,3 kV, excepté pour des environnements protégés, tels que les tunnels, les réseaux de transports urbains, où la catégorie OV3 peut faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.											
NOTE 3 Lorsqu'on indique plus d'une ligne pour une valeur donnée de U_n , les niveaux faibles sont particulièrement préférés pour le troisième/quatrième rail et pour les réseaux ferroviaires légers.											
NOTE 4 Les tensions de chocs sont données uniquement pour information. Il convient d'effectuer l'essai uniquement lorsque celui-ci est spécifié par la norme de produit appropriée (pour tous les matériels excepté ceux couverts par l'IEC 61992-5, l'essai est requis pour des tensions assignées d'isolement supérieures à 2 500 V).											

5 Caractéristiques normalisées et hypothèses conventionnelles

5.1 Caractéristiques normalisées et paramètres conventionnels relatifs au circuit principal

5.1.1 Hypothèses générales concernant les paramètres principaux

5.1.1.1 Taux d'ondulation

Le taux d'ondulation maximal du courant continu doit être celui obtenu par un redresseur à doubles alternances pour courant alternatif triphasé.

Si le taux d'ondulation de crête est supérieur, le fournisseur doit en être informé dans les documents de l'appel d'offre.

NOTE Les valeurs de tension sont des valeurs moyennes de la tension réelle compte tenu des ondulations de la forme d'onde.

5.1.1.2 Crête du courant de court-circuit

La crête de la valeur du courant de court-circuit est supposée, par convention, être égale à 1,42 fois le courant présumé de court-circuit permanent pour un défaut d'impédance négligeable aux bornes d'entrée ou de sortie du tableau de distribution comme spécifié. Cette valeur diminue avec l'augmentation de la distance entre le tableau de distribution et un défaut quelconque.

NOTE 1 La valeur théorique de 1,66 fois la valeur en régime établi n'est jamais rencontrée en pratique et le facteur de calcul de 1,42 utilisé dans la présente norme s'appuie sur les résultats des essais.

NOTE 2 On peut avoir à régler I_{ss} pour atteindre la valeur crête prescrite.

5.1.1.3 Court-circuit à énergie de circuit maximale

Au fur et à mesure que la distance par rapport à la sous-station augmente, la constante de temps du circuit (rapport de l'inductance à la résistance) passe graduellement de celle de la source à celle de la voie. Lorsque le circuit donne une constante de temps qui est à mi-chemin environ entre ces deux valeurs, il est alors pratiquement dans la position pour laquelle l'énergie de circuit maximale est rencontrée. Une indication théorique à cet égard est donnée à l'Annexe E.

Pour des raisons pratiques, on suppose qu'il s'agit d'une position dans laquelle le courant de court-circuit I_{ss} et la constante de temps de circuit t_c prennent les valeurs indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Paramètres du circuit d'essai pour une énergie de circuit maximale

T_{Nc} ms	t_c	I_{ss}
≥ 63	$0,5 T_{Nc}$	$0,5 I_{Nss}$
31,5	$0,65 T_{Nc}$	$0,65 I_{Nss}$
16	$0,8 T_{Nc}$	$0,8 I_{Nss}$

Si on utilise une bobine de lissage à haute inductance, le défaut d'énergie maximale peut se produire à la sortie de la station.

5.1.1.4 Court-circuit de défaut éloigné

Pour simuler pendant les essais, une condition de court-circuit de défaut éloigné, la valeur du courant donnée à ce circuit est, par convention, le double du courant de pleine charge du disjoncteur de ligne, c'est-à-dire $2 \times I_{Ne}$.

Comme l'impédance du circuit correspond essentiellement à la voie elle-même, la constante de temps de circuit est prise comme la constante de temps de voie assignée T_{Nc} .

5.1.2 Contraintes de court-circuit normalisées

5.1.2.1 Généralités

Les chiffres donnés en 5.1.2.2 et 5.1.2.3 pour le courant assigné de court-circuit et pour la constante de temps assignée de voie sont donnés en tant que valeurs préférentielles de manière à normaliser la caractéristique du matériel. Chaque fois que cela est possible, il convient que les valeurs adoptées soient les valeurs préférentielles immédiatement supérieures aux valeurs calculées pour un circuit donné.

5.1.2.2 Courants assignés de court-circuit normalisés (I_{Nss})

Les valeurs préférentielles sont les suivantes (en kA):

31,5	40	50	63	75 1)	80	100	125
------	----	----	----	-------	----	-----	-----

NOTE Jusqu'à 100 kA pour $U_n = 1,5$ kV et jusqu'à 63 kA pour $U_n = 3$ kV.

5.1.2.3 Constante de temps assignée normalisée de voie (T_{Nc})

Les valeurs préférentielles sont les suivantes (en ms):

16	31,5	63	80	100	125	160	200
----	------	----	----	-----	-----	-----	-----

5.1.3 Tensions normalisées du circuit principal

Les valeurs normalisées de la tension nominale U_n sont données dans l'IEC 60850. Les valeurs correspondantes de U_{Nm} au Tableau 1 doivent être supérieures ou égales à U_{max1} de l'IEC 60850.

La valeur de U_{max2} spécifiée dans l'IEC 60850 est limitée à 300 s et doit être prise en considération lorsque des contournements ou des échauffements dangereux sont susceptibles de se produire, de façon à ne pas endommager l'isolation.

5.1.4 Courants assignés de service normalisés du circuit principal (I_{Ne})

Les valeurs préférentielles sont les suivantes (en A):

400	630	1 000	1 600	2 000	2 500	3 150 3 000	4 000	5 000	6 300 6 000	8 000
-----	-----	-------	-------	-------	-------	---------------------------	-------	-------	---------------------------	-------

1) Cette valeur est déjà utilisée dans certains pays et on peut continuer à l'utiliser. Dans les autres pays, la valeur préférentielle pour de nouvelles installations est 80 kA.

5.2 Caractéristiques normalisées des circuits auxiliaires et de commande

Pour les circuits auxiliaires et de commande indépendants des circuits principaux, les tensions du Tableau 3 sont préférentielles:

Tableau 3 – Tensions préférentielles des circuits auxiliaires et de commande [V]

Courant alternatif	24	48	-	100	110	127	200	230/400	-
Courant continu	24	48	60	100	110	125	-	220	440

Pour les autres matériels (bobines par exemple), la plage permise des tensions doit être comprise entre 85 % et 110 % de leur tension assignée d'alimentation, sauf spécification contraire de la part du client.

Tous les circuits auxiliaires fonctionnant à des tensions supérieures à 500 V doivent être protégés par des fusibles conformément à l'IEC 60269-1 ou par d'autres moyens aux performances équivalentes.

NOTE Il est recommandé que tous les relais de surveillance, fabriqués conformément à leurs normes spécifiques, soient du type enfichable et dotés d'un dispositif de verrouillage de manière à empêcher le mouvement accidentel de la portion débrochable et, le cas échéant, d'un couvercle ininflammable transparent, sauf s'ils sont équipés d'un dispositif indicateur de position.

6 Limites d'échauffement

Les échauffements des différents éléments du matériel, mesurés pendant les essais, exécutés conformément à l'Article 7 et aux exigences détaillées éventuelles des autres parties de la norme, ne doivent pas dépasser les limites données dans les Tableaux 4 et 5.

Lorsque la température ambiante maximale est toujours inférieure à 40 °C, une augmentation de ces valeurs limites peut être acceptée par accord entre l'acheteur et le fournisseur. Pour des conditions locales anormales, avec une température ambiante maximale dépassant 40 °C, les échauffements doivent être réduits de la différence entre la température ambiante maximale stipulée et 40 °C. En outre, on doit veiller à ce que la chaleur dégagée par un matériel n'influence pas le refroidissement correct du matériel adjacent ou n'échauffe pas le matériel en question par conductivité.

Tableau 4 – Limites d'échauffement des bobines isolées

Classe d'isolation	Limites d'échauffement mesurées par la variation de la résistance K ^a
105 (A)	65
120 (E)	80
130 (B)	90
155 (F)	115
180 (H)	140
^a Lorsqu'une mesure par variation de la résistance n'est pas possible, d'autres méthodes sont permises. Dans ce cas, on doit mesurer la température au moyen d'un thermomètre ou par tout autre méthode valable.	

Tableau 5 – Limites d'échauffement des différents éléments constitutifs

Composant	Limites d'échauffement mesurées par thermomètre	
	K	
Bobines à conducteur nu	105	Note 1
Contacts dans l'air:		
– cuivre pur formant ressort	35	
– laiton ou bronze formant ressort	65	
– cuivre pur ou alliage de cuivre ne formant pas ressort	75	
– plaquette en argent massif	100	
– autres métaux ou métaux frittés		Note 2
Bornes de raccordement à des connexions extérieures isolées	70	Note 3
Connexions souples dans l'air	90	
NOTE 1 A la condition que cette valeur n'ait pas d'effet négatif sur le fonctionnement satisfaisant de pièces adjacentes. NOTE 2 A déterminer par les qualités des métaux employés et limité par l'obligation de n'occasionner aucun dommage pour eux-mêmes et pour les pièces voisines. NOTE 3 La limite d'échauffement de 70 K est une valeur basée sur l'essai conventionnel traité dans d'autres parties de la série de normes IEC 61992. Un matériau utilisé ou essayé dans des conditions correspondant à celles d'une installation réelle peut avoir des connexions dont le type, la nature et la disposition diffèrent de ceux adoptés pour l'essai. Une limite différente d'échauffement des bornes peut en résulter, il convient qu'elle fasse alors l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.		

Pendant les essais du matériel, on ne doit corriger aucun échauffement observé si la température ambiante pendant l'essai, est comprise entre 10 °C et 40 °C. En dehors de ces limites, la correction à appliquer aux échauffements observés doit être convenue entre l'acheteur et le fournisseur.

Sauf accord contraire, une température qui dépasse de plus de 15 % les échauffements donnés aux Tableaux 4 et 5 est considérée comme une température dangereuse.

7 Essais

7.1 Généralités

Les essais de type et individuels de série (essai de réception) applicables à un type d'installation spécifique, ainsi que les détails des procédures d'essai, sont repris dans la partie appropriée de la présente norme.

Pour tous les essais, la température ambiante doit être mesurée et être consignée dans le rapport d'essai.

Sauf exigence contraire dans la partie appropriée de cette norme, l'unité doit être soumise aux essais en ensemble complet, soit dans son enveloppe individuelle soit dans une enveloppe simulant cette enveloppe ou l'application prévue.

Le classement des essais et les procédures générales à suivre pour l'exécution des essais sont couverts par des normes de produit spécifiques.

NOTE 1 La présente norme expose les exigences d'essai qui sont communes à la plupart des matériels cités dans le domaine d'application.

NOTE 2 Pour les aspects de procédures qui ne sont pas traités dans cette norme ni dans les autres parties, on peut faire référence à d'autres publications IEC ou EN couvrant des matériels similaires.

NOTE 3 Des essais d'investigation sont permis et mentionnés dans d'autres parties de la série de normes IEC 61992. Ils peuvent être effectués à l'initiative du fabricant ou aux termes d'un accord passé entre l'acheteur et le fournisseur de manière à acquérir soit une expérience des procédures d'essai, soit d'éventuelles nouvelles techniques, étudiant ainsi d'éventuelles futures applications du matériel. Il est bien entendu que les résultats des essais d'investigation ne peuvent pas être considérés comme étant de nature à influencer l'admissibilité de l'équipement.

7.2 Tolérances d'essai

Sauf indication contraire dans la partie appropriée de cette norme, les tolérances d'essai doivent être dans les tolérances indiquées dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Tolérances d'essai

Grandeur	Tolérance %
Courant	+10 0
Tension	+10 0
Fréquence (si applicable)	+5 –5
Constante de temps	+30 0

7.3 Essais concernant les dispositifs mobiles

7.3.1 Essai de fonctionnement mécanique

L'essai de fonctionnement mécanique s'applique à tous les matériels comportant des pièces en mouvement. Il s'agit généralement d'essais individuels de série effectués dans des conditions normales du laboratoire d'essai. Un matériel conçu et prévu pour fonctionner à des températures ambiantes inférieures à –5 °C exigera des essais supplémentaires pour lesquels il convient qu'il y ait un accord entre l'acheteur et le fournisseur lors de la commande.

Cet essai doit être réalisé sans courant dans le circuit principal.

L'essai consiste à exécuter un nombre limité de manœuvres (strictement nécessaires pour exécuter les contrôles mentionnés dans les normes de produit), les circuits des commandes étant alimentés selon leur tension assignée, mesurée aux bornes d'entrée de ce circuit de commande.

Toutes les résistances et impédances qui font partie des circuits de commande doivent être connectées. Cependant, aucune impédance supplémentaire ne doit être connectée entre la source d'alimentation et les bornes du circuit de commande.

Cet essai est destiné à prouver le fonctionnement correct de l'appareil et à vérifier qu'il satisfait aux conditions de fonctionnement spécifiées dans les limites maximales et minimales requises pour les appareils de commande d'ouverture et de fermeture.

Sur demande, l'essai de type pour des conditions d'environnement anormales doit être réalisé à la fois aux températures ambiantes les plus basses et les plus élevées pour les conditions de service spécifiées. En tant qu'essai de type, cet essai peut être répété immédiatement après les essais de 7.4.

Cet essai garantit que le fonctionnement du matériel est satisfaisant lorsqu'il est exécuté avec la combinaison de tension et de température la plus défavorable qui puisse être obtenue dans les limites spécifiées.

Le mécanisme de manœuvres doit être actionné, dans la mesure du possible, comme dans des conditions de fonctionnement normales.

7.3.2 Essai d'endurance électrique

Il s'agit d'un essai de type et il est effectué dans les conditions de laboratoire. Il doit être réalisé sur des appareils de connexion et sur l'équipement associé.

L'essai doit consister à exécuter un nombre défini de cycles de manœuvres spécifié dans la norme de produit correspondante.

L'essai doit être effectué à la tension d'alimentation assignée du circuit de commande. L'unité doit être actionnée de manière à interrompre son courant assigné de service I_{Ne} (ou s'il y a accord entre l'acheteur et le fournisseur, à son courant thermique conventionnel I_{th} ou I_{the}), et à sa tension de service assignée U_{Ne} dans un circuit dont la constante de temps t_c est égale à 0,01 s.

Le mécanisme de manœuvres doit être actionné, dans la mesure du possible, comme dans des conditions de fonctionnement normales.

L'unité a seulement besoin d'être fermée suffisamment longtemps pour assurer la fermeture mécanique complète avec disparition des courants transitoires de fermeture et établir la valeur du courant coupé.

Toutes les résistances et impédances qui font partie des circuits de commande doivent être connectées. Cependant, aucune impédance supplémentaire ne doit être connectée entre la source d'alimentation et les bornes d'entrée du circuit de commande de l'appareil de connexion.

L'unité doit être réputée avoir satisfait à l'essai si, après l'essai, elle est capable de supporter:

- son courant de service assigné I_{Ne} après toute correction et maintenance nécessaires des contacts, sans dépasser les échauffements spécifiés dans l'Article 6, lors de l'essai effectué selon 7.4. L'essai d'échauffement n'est nécessaire que lorsque la résistance des contacts principaux (sans maintenance) a augmenté de plus de 50 % de la valeur avant l'essai. Un petit nombre d'opérations à vide est permis afin de diminuer la résistance en dessous de cette valeur; si l'essai doit être effectué, alors un échauffement additionnel de 10 K sur les contacts est autorisé,
- une tension en c.a. égale à deux fois la tension assignée U_{Ne} appliquée:
 - entre son circuit principal et la terre;
 - entre les contacts principaux en position ouverte.

L'unité doit être réputée avoir satisfait à l'essai si, au terme de celui-ci, elle peut fonctionner normalement et répond aux exigences de tenue spécifiées ci-dessus.

7.3.3 Essai d'endurance mécanique

L'essai d'endurance mécanique est un essai de type exécuté dans les conditions de laboratoire.

L'essai doit consister à faire fonctionner l'appareil de connexion et l'équipement mécanique associé pendant le nombre de cycles de manœuvre successifs spécifié dans la norme de produit correspondante. La tension d'alimentation des circuits de commande doit se situer dans les limites établies en 5.2.

Toutes les résistances et impédances qui font partie des circuits de commande doivent être connectées. Cependant, aucune impédance supplémentaire ne doit être connectée entre la

source d'alimentation et les bornes d'entrée du circuit de commande de l'appareil de connexion.

Le mécanisme de manœuvres doit être actionné, dans la mesure du possible, comme dans des conditions de fonctionnement normales.

Le dispositif essayé doit être réputé avoir satisfait à l'essai si, au terme de celui-ci, il est capable de fonctionner normalement conformément à ce qui est spécifié dans la norme de produit correspondante.

7.4 Essai d'échauffement

7.4.1 Généralités

L'essai d'échauffement est un essai de type qui est exécuté avec l'objet en essai installé dans le laboratoire pour reproduire le plus fidèlement possible les conditions d'installation finales.

Les bobines et les résistances doivent être alimentées selon leur tension de commande maximale assignée (voir 5.2) ou $U_{\max}$, selon le cas (voir 3.2.1.2.1). Les circuits à courant alternatif doivent être alimentés à la fréquence assignée.

Les contacts, les conducteurs et autres parties conductrices doivent pouvoir supporter leur courant assigné (voir 3.2.5) (courant thermique avec ou sans enveloppe pour les appareils de connexion).

L'échauffement au-delà de la température ambiante doit être noté lorsque les lectures de température ont atteint un état stable. Des variations inférieures à 1 K/h, pour une durée d'essai maximum de 8 h, doivent être considérées comme des conditions satisfaisant aux conditions en régime permanent requises. Il est inutile d'alimenter pendant l'essai les bobines et les résistances de circuits auxiliaires ou de commande normalement alimentées pendant de courtes périodes, dont chacune est inférieure à trois fois sa constante de temps et suivie par de longues périodes d'inactivité.

7.4.2 Température ambiante

La température de l'air ambiant doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai, au moyen d'au moins deux thermomètres ou thermo-éléments, placés de manière régulière autour du matériel, à mi-hauteur et à une distance d'environ 1 m de celui-ci. Les thermomètres ou les thermo-éléments doivent être protégés des courants d'air et de la chaleur rayonnée et on doit veiller à éviter les erreurs d'indication dues à des variations rapides de la température.

7.4.3 Essai d'échauffement du circuit principal

Les matériels à enveloppes intégrales doivent subir les essais dans l'enveloppe.

Les dimensions des conducteurs d'essai doivent être enregistrées dans le rapport d'essai.

Lorsqu'on utilise des câbles en cuivre, les densités de courant suivantes sont recommandées:

- pour I_{Ne} jusqu'à 3 000 A: 1,5 A/mm²;
- pour I_{Ne} de 3 000 A à 6 500 A: 1,3 A/mm²;
- pour I_{Ne} de 6 500 A à 10 000 A: 1,1 A/mm².

Lorsqu'on utilise des barres en cuivre, il convient que les valeurs soient celles du Tableau 7.

Pour les essais des matériels pour l'extérieur, où les échauffements sont inférieurs de 30 K aux valeurs spécifiées à l'Article 6, la densité de courant des câbles et les dimensions des

barres en cuivre sont différentes de celles du Tableau 7. L'IEC 61992-4 énumère les dimensions recommandées.

Tableau 7 – Grandeurs et dimensions recommandées des barres en cuivre

I_{Ne}	Barres en cuivre	
A	Grandeur	Section mm × mm
de 630 à 800	2	50 × 5
de 801 à 1 000	2	60 × 5
de 1 001 à 1 250	2	80 × 5
de 1 251 à 1 600	2	100 × 5
de 1 601 à 2 000	3	100 × 5
de 2 001 à 2 500	4	100 × 5
de 2 501 à 3 150	3	100 × 10
de 3 151 à 4 000	4	100 × 10
de 4 001 à 5 000	5	100 × 10
de 5 001 à 6 300	6	100 × 10
de 6 301 à 8 000	4	160 × 10

Il convient de disposer de préférence les barres en cuivre sur chant.

L'essai d'échauffement du circuit principal doit être effectué à son courant assigné de service I_{Ne} , suivi des surcharges stipulées, ou à son courant thermique conventionnel I_{th} ou I_{the} . Le choix parmi ces courants est laissé à un accord entre acheteur et fournisseur.

Les connexions temporaires au circuit principal doivent être réalisées de manière à ce qu'une quantité significative de chaleur ne s'échappe pas ou ne soit pas fournie au circuit principal pendant l'essai. L'échauffement est mesuré entre les bornes du circuit principal et entre les connexions temporaires, à 1 m des bornes. L'échauffement ne doit pas dépasser 5 K.

7.4.4 Essais d'échauffement des circuits auxiliaires et de commande

Les appareils qui sont destinés à fonctionner en continu doivent être soumis aux essais indiqués en 7.4.3. Les circuits alimentés pendant les manœuvres de fermeture et/ou uniquement d'ouverture doivent être mis sous tension 10 fois à la suite, chaque durée correspondant à celle de service, avec une pause entre les mises sous tension successives ne dépassant pas 5 s.

7.4.5 Mesure des températures de tous les éléments constitutifs

Pour les parties sous tension autres que les bobines, la température des différents appareils doit être mesurée par des moyens appropriés tels que des thermo-éléments, situés aussi près que possible du point accessible le plus chaud pour les contacts. Pour les conducteurs et les joints, les thermo-éléments doivent être situés aussi près que possible de l'isolation adjacente.

Une bonne conductivité thermique doit être assurée entre le thermo-élément et la surface de la partie en essai.

Pour les bobines connectées en parallèle, on doit appliquer la méthode par variation de résistance. D'autres méthodes sont admises uniquement lorsqu'il est impossible d'utiliser une telle méthode par variation de la résistance. La température de la bobine, mesurée avant l'essai de température au moyen d'un thermo-élément, ne doit pas différer de la température ambiante de plus de 3 K.

7.5 Essais diélectriques

7.5.1 Essai de tension de tenue aux chocs

L'essai de tension de tenue aux chocs ne doit être exécuté (en tant qu'essai de type ou essai d'investigation) que s'il est spécifié dans la partie de la présente norme correspondant au produit considéré.

Sauf spécification contraire dans la partie appropriée de la série de normes IEC 61992, l'essai doit consister en l'application, entre les parties sous tension du circuit principal et toutes les autres parties conductrices reliées à la terre, de trois impulsions positives avec des ondes de 1,2/50, suivies de trois impulsions négatives avec la même forme d'onde. La valeur de crête des impulsions U_{Ni} doit être sélectionnée conformément au Tableau 1.

Des appareils de connexion peuvent devoir être soumis (selon leur service, comme ceci est spécifié pour le type d'installation individuel) au même essai une seconde fois, mais en position d'ouverture en soumettant aux chocs les parties côté ligne du circuit principal de l'appareil de connexion, toutes les autres parties conductrices étant reliées à la terre.

Le produit est réputé avoir réussi les essais si aucun contournement ne se produit.

NOTE L'essai avec des ondes (longues) de choc est considéré comme un essai d'investigation.

7.5.2 Essai de tenue à la tension à fréquence industrielle

L'essai de tension à fréquence industrielle est généralement un essai individuel de série. Il doit être effectué à une tension d'essai dans une gamme de fréquences entre 45 Hz et 62 Hz de forme approximativement sinusoïdale (voir l'IEC 60060-1 et l'Annexe B de l'EN 50124-1).

La tension d'essai U_a correspondant au niveau de la tension d'isolement est donnée dans le Tableau 1 et elle est appliquée pendant 60 s comme suit:

- pour les appareils de connexion, à la fois dans le circuit principal (en position de fermeture) avec toutes les autres parties conductrices reliées à la terre, et (en position d'ouverture) entre les contacts, un seul contact et toutes les parties conductrices restantes étant reliées à la terre.
- pour tous les autres matériels (à l'exception des parafoudres qui ont des exigences différentes), entre les parties sous tension et la terre.

Le matériel prévu pour être installé à l'intérieur doit être essayé à sec. Le matériel prévu pour être installé à l'extérieur doit être essayé sous pluie comme essai de type et à sec comme essai individuel de série.

La valeur de la tension d'essai à fréquence industrielle pour les circuits de contrôle et auxiliaires doit être de 2 000 V. Des valeurs inférieures de tension d'essai peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

NOTE Les procédures d'essai font l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur, mais l'IEC 60507 peut être utilisée à titre indicatif.

7.6 Conditions de court-circuit et de connexion en charge

7.6.1 Circuit d'essai pour les conditions de court-circuit et de connexion en charge

Un schéma type du circuit d'essai est représenté à la Figure A.1 avec un étalonnage et des caractéristiques représentés à la Figure A.2.

La source d'alimentation S alimente un circuit comprenant des résistances ajustables R, des inductances ajustables L et l'objet en essai A.

Si la source d'alimentation n'est pas un générateur, alors le nombre minimal d'impulsions de convertisseur doit être de 6 avec une fréquence minimale d'alimentation de 50 Hz.

Pour les essais de simulation de défaut de sous-station, le circuit d'essai doit produire un courant de crête avec les caractéristiques illustrées comme étalonnage 1 à la Figure A.2

Les inductances L doivent être sans noyaux et doivent être connectées en série avec les résistances R et leur valeur doit être obtenue en ajoutant en série des inductances élémentaires; le couplage en parallèle est uniquement admis lorsque les inductances ont pratiquement la même constante de temps.

Pour les essais hors de la sous-station ou pour les commutations des courants de charge / surcharge, le circuit d'essai doit produire une onde exponentielle avec les caractéristiques illustrées comme étalonnage 2 à la Figure A.2, à la constante de temps spécifiée. Il convient d'ajouter L et R à la borne du côté charge de l'appareil de connexion. Ceci n'est pas toujours possible dans une station d'essai et on effectue en général les réglages du côté du circuit en courant alternatif. Ceci est acceptable dans la mesure où l'impédance n'est pas inférieure à 80 % de l'impédance du côté charge.

Tout circuit d'essai différent de celui indiqué ci-dessus doit être mentionné dans le rapport.

Toutes les parties de l'objet d'essai qui sont normalement reliées à la terre, y compris l'enveloppe ou les écrans, doivent être isolées de la terre et reliées par un dispositif D au conducteur de polarité opposé à celle à laquelle l'objet d'essai est connecté, comme illustré à la Figure A.1.

Le dispositif D doit comprendre un fusible constitué d'un fil en cuivre de 50 mm de long et d'un diamètre de 0,8 mm ou d'un fil fusible similaire détectant le courant de défaut. Il doit comprendre une résistance pour obtenir un courant de défaut d'au moins 1,5 kA.

NOTE Un courant continu de 1 500 A pendant 0,01 s fait fondre un fil en cuivre de 0,8 mm de diamètre.

Le courant de défaut permanent présumé est le courant de défaut à cette valeur.

7.6.2 Modalités d'essai

L'unité doit couper le courant d'essai sans donner lieu à des réamorçages après interruption du courant. Il ne doit pas y avoir d'amorçage entre les pôles et aucun courant ne doit faire fonctionner le dispositif D.

L'unité doit rester dans un état lui permettant de fonctionner mécaniquement; une combustion des contacts ne doit normalement pas empêcher l'ouverture de l'unité.

7.6.3 Etat de l'unité après l'essai

A l'issue de l'essai, aucune rupture fonctionnelle ne doit se produire.

Immédiatement après l'essai, vérifier que l'unité se ferme et s'ouvre de manière satisfaisante au cours d'un cycle à vide.

Après l'essai et avant d'effectuer toute opération de maintenance préliminaire, l'unité doit être capable de supporter une tension efficace en c.a. égale au double de la tension assignée U_{Ne} pendant 60 s. En variante, et uniquement pour les interrupteurs sectionneurs, l'acheteur peut imposer que les courants de fuite ne soient pas supérieurs à 2 mA, à $1,1 U_{Ne}$ en appliquant une alimentation à courant continu pendant 60 s. Le courant de fuite doit être mesuré à travers chaque contact ouvert et entre chaque borne et le châssis.

La résistance du circuit principal, mesurée après l'essai et comparée à sa valeur avant l'essai, ne doit pas varier dans une proportion importante (c'est-à-dire une augmentation inférieure à 50 %).

Si la mesure de la résistance du circuit principal montre une augmentation de plus de 50 % de la valeur avant essai, on peut tenter de ramener la résistance en dessous de ce chiffre en effectuant un nombre restreint de manœuvres à vide; sinon on doit refaire l'essai d'échauffement pour prouver que l'appareil satisfait à l'essai; en pareille circonstance on peut autoriser un échauffement de 10 K.

7.7 Vérification du comportement au courant de courte durée admissible

7.7.1 Essai et valeurs d'essai

On doit effectuer l'essai à la tension assignée U_{Ne} , le circuit étant étalonné selon 7.6.1. Ces valeurs d'essai sont alors les valeurs du courant présumé devant être maintenu pendant 0,25 s et devant montrer au moins une valeur permanente de I_{Ncw} ainsi qu'une valeur crête de $1,42 \times I_{Ncw}$. L'essai doit être répété sur l'appareil à essayer.

L'essai peut être effectué à une tension en courant continu inférieure ou comme un essai en courant alternatif en deux parties. Dans ces cas, aucun essai prospectif n'est envisagé et les valeurs d'essai requises sont celles effectivement constatées pendant l'essai.

L'essai en courant alternatif est scindé en deux parties: la première partie est effectuée avec un courant alternatif ayant un pic asymétrique de $1,42 \times I_{Ncw}$, d'une durée de la demi onde non inférieure à 15 ms; la deuxième partie est effectuée avec un courant alternatif efficace réduit appliqué pendant un temps plus long (ne dépassant pas 3 s) pour conserver l'intégrale de Joule: $I^2 t = I_{Ncw}^2 \times 0,25$.

NOTE On peut avoir à régler I_{ss} pour atteindre la valeur crête prescrite.

7.7.2 Conditions d'essai

L'essai doit être exécuté avec tous les appareils de connexions du circuit principal en position fermée et à la température ambiante.

7.7.3 Modalités d'essai

L'essai doit être réalisé selon les modalités de 7.6.2 (le cas échéant).

Il ne doit se produire aucune coupure et tous les appareils de connexion du circuit d'essai doivent rester fermés.

7.7.4 Etat de l'unité après l'essai

A l'issue de l'essai, les organes mécaniques et les parties isolantes de l'unité ne doivent pas montrer de signes importants de détérioration.

L'unité doit être conforme aux dispositions de 7.6.3 (le cas échéant).

7.8 Vérification de l'effort à appliquer au dispositif de commande manuel, et de la fiabilité de l'indicateur de position

7.8.1 Etat de l'appareil soumis aux tests

Les appareils doivent être installés de la même manière qu'en service normal. En premier lieu, la force F nécessaire à l'ouverture est mesurée. En ce qui concerne les dispositifs de manœuvre rotatifs, la force est appliquée à l'extrémité de l'organe de commande.

Si, pour des raisons de commodité des essais, le point d'application de la force est plus proche de l'axe de rotation, la valeur de la force mesurée en ce point est la force d'ouverture F .

7.8.2 Mode de fonctionnement

L'unité doit être en position fermée. Les parties fixes et mobiles des contacts du pôle de l'appareil doivent être maintenues en contact à l'aide de moyens appropriés pour simuler les conditions d'essai réputées pour être les plus sévères. L'organe de commande, est ensuite soumis à la contrainte spécifiée au Tableau 8. Cette contrainte doit être appliquée sans aucun à-coup et maintenue pendant 10 s.

7.8.3 Etat de l'unité après l'essai

A l'issue de cet essai, et après suppression de la contrainte sur l'élément de manœuvre, aucune partie de l'organe de commande ou de l'indicateur de position ne doit être endommagée.

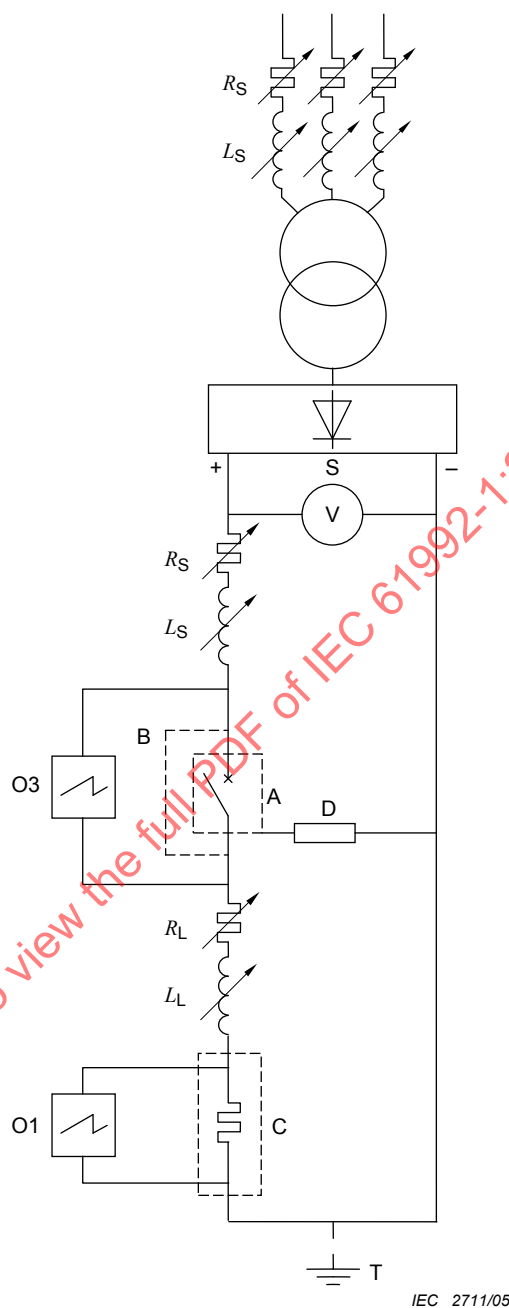
Tableau 8 – Forces et couples pour les essais

N°	Type de mouvement	Exemple	Contraintes spécifiées		
			Valeur normale	Valeur limite	
				Min.	Max.
1	Translation avec un ou deux doigts	Bouton-poussoir	3 <i>F</i>	50 N	
2	Translation à pleine main	Levier latéral	3 <i>F</i>	100 N	500 N
3	Traction à pleine main	Levier latéral	3 <i>C/D</i>	150 N	650 N
4	Rotation avec les doigts – Diamètre < 25 mm – Diamètre ≥ 25 mm	Bouton moleté	3 <i>C/D</i> 3 <i>C/D</i>	25 N 50 N	
5	Rotation avec préhension latérale	Bouton à flèche	3 <i>C/L</i>	50 N	
6	Rotation avec préhension à pleine main	Bascule	3 <i>C</i>	5 Nm	
7	Rotation avec levier et une main	Verrou	3 <i>F</i>	100 N	500 N
8	Rotation par éléments symétriques avec les deux mains	Volant ou levier	3 <i>F</i>	150 N	650 N

Légende:
C = Couple nécessaire pour obtenir l'ouverture normale
D = Diamètre de l'organe de commande
F = Force nécessaire appliquée perpendiculairement à l'axe de l'élément de commande pour obtenir l'ouverture normale
L = longueur de l'organe de commande

NOTE Si 3 *F* (ou 3 *C*) ou 3 *C/L* est inférieur à la valeur minimale indiquée dans le Tableau, l'essai est réalisé avec cette valeur minimale. Si 3 *F* (ou 3 *C*) ou 3 *C/D* ou 3 *C/L* est supérieur à la valeur maximale indiquée dans le Tableau, l'essai est réalisé avec cette valeur maximale.

Annexe A (normative) Schémas d'essais

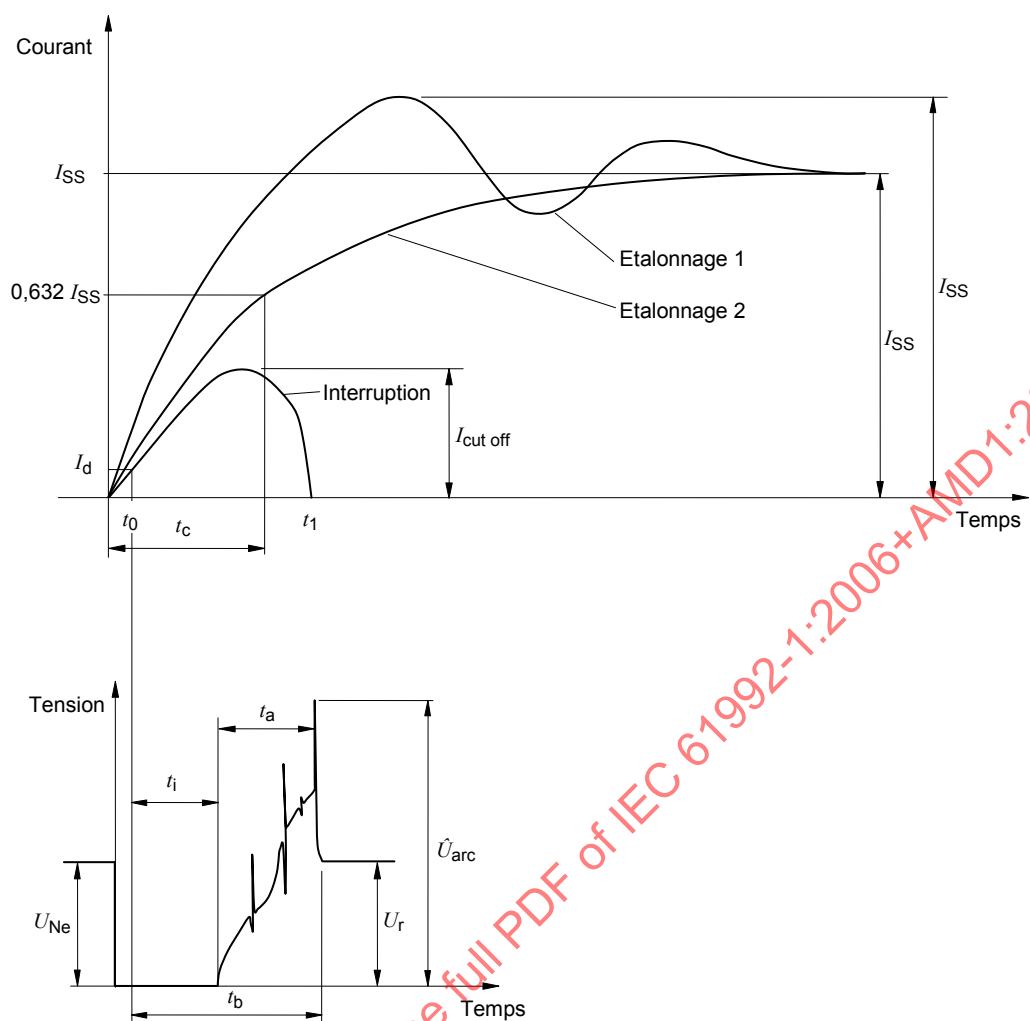


IEC 2711/05

Légende

V	Mesure de la tension d'alimentation	B	Connexion provisoire pour l'étalonnage
S	Alimentation	O1	Oscillographe enregistrant le courant
R _S	Résistance ajustable d'alimentation	O3	Oscillographe enregistrant la tension d'arc et la tension de rétablissement
L _S	Réactance ajustable d'alimentation	D	Dispositif destiné à décélérer un courant de défaut
R _L	Résistance ajustable de charge	T	Connexion de terre éventuelle
L _L	Réactance ajustable de charge	C	Capteur de courant
A	Equipement en essai		

Figure A.1 –Schéma du circuit d'essai pour vérifier les pouvoirs de fermeture et de coupure dans des conditions de court-circuit et de connexion en charge/surcharge



IEC 2712/05

Légende

$I_{\text{cut off}}$	Courant de coupure (3.2.12)	t_c	Constante de temps du circuit (3.2.13)
I_d	Réglage d'un déclencheur à maximum de courant (3.4.21)	U_r	Tension de rétablissement (3.2.1.9)
$\hat{I}_{ss}$	Crête de I_{ss} (3.2.11)	U_{Ne}	Tension assignée (3.2.1.4)
I_{ss}	Courant présumé de court-circuit permanent (3.2.9)	$\hat{U}_{arc}$	Tension d'arc maximale (3.2.1.10)
t_a	Durée d'arc (3.4.23.5)	t_0	Début de la durée d'ouverture (3.4.23.7)
t_b	Durée de coupure totale (3.4.23.6)	t_1	Durée d'extinction du courant (3.4.23.7)
t_l	Durée d'ouverture (3.4.23.1)		

Figure A.2 – Etalonnages types et interruption dans des conditions de court-circuit et de charge/surcharge (deux cas différents d'étalonnage sont représentés) (voir 7.6)

Annexe B (normative)

Conditions environnementales pour les installations en intérieur

B.1 Généralités

Ces conditions environnementales sont basées sur la série de normes IEC 60721.

Les conditions d'environnement considérées comme normales en service sont indiquées, de même que des conditions anormales éventuelles généralement rencontrées dans des conditions géographiques ou locales données.

Ces conditions s'appliquent aux matériels pour l'intérieur, qui représentent la plus grande partie des matériels concernés dans la présente norme. Pour les conditions d'intérieur, les conditions suivantes sont prévues: pas de pollution, avec poussière non conductrice, bonne protection sans humidité ni condensation significatives.

Des indications sont cependant données pour les niveaux de tension et les distances d'isollements en conditions extérieures qui doivent être spécifiées par l'acheteur. Dans tous les cas, pour les sectionneurs-interrupteurs extérieurs et les sectionneurs de terre extérieurs, se référer à l'IEC 60913. Pour les parafoudres et les limiteurs de tension installés à l'extérieur, se référer à l'IEC 60099-1 et à l'IEC 60099-4, sauf pour les installations dans les lignes où l'IEC 60913 s'applique.

B.2 Pression atmosphérique et altitude

Le matériel doit être adapté à une installation à une altitude (h) comprise entre –120 m et 1 400 m au-dessus du niveau de la mer.

Pour une installation à des altitudes supérieures, les essais d'échauffement et diélectriques, exécutés dans des laboratoires à des altitudes inférieures, doivent tenir compte d'une correction des valeurs des essais d'échauffement et diélectriques à convenir entre l'acheteur et le fournisseur.

B.3 Température

Le matériel pour l'intérieur doit être adapté aux températures ambiantes suivantes:

Θ_{min}	température ambiante minimale pendant le fonctionnement:	–5 °C
Θ_{ts}	température ambiante minimale pendant le transport et le stockage:	–25 °C
Θ_{mxts}	température ambiante maximale pendant le transport et le stockage:	55 °C
Θ_d	température ambiante moyenne diurne maximale:	35 °C
Θ_a	température ambiante maximale absolue:	40 °C

Toute condition différente des conditions ci-dessus doit être spécifiée.

B.4 Conditions atmosphériques

En intérieur, l'air doit être propre et son degré d'humidité relative ne doit pas dépasser 50 % HR à la température maximale de +40 °C. Des degrés plus élevés d'humidité relative peuvent être admis à des températures plus basses, par exemple 90 % HR à +20 °C. On doit tolérer des faibles condensations qui peuvent se produire lors des variations de température.

Si des situations différentes sont susceptibles de se présenter, celles qui représentent des situations anormales pour des installations à l'intérieur doivent être portées à l'attention du fournisseur.

Un taux d'humidité de 100 % peut apparaître pendant le démarrage. Il s'agit là d'un fonctionnement anormal à spécifier; des dispositions propres à éviter des défaillances ou des manœuvres incorrectes doivent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

A l'extérieur, on prévoit un dépôt de poussière de faible conductivité et l'humidité due à la pluie, à la neige, à la glace et au brouillard.

B.5 Ventilation

La ventilation dans les espaces prévus pour l'installation du matériel doit pouvoir maintenir la température de l'air ambiant au-dessous des limites évoquées à l'Article B.3.

B.6 Pollution

Pour les matériels intérieurs, toute pollution dépassant les indications de l'Article B.1 et le niveau 1 donné dans la norme IEC 60721, doit être spécifiée.

NOTE En ce qui concerne les distances d'isolement, le degré de pollution approprié a été pris en compte dans les chiffres du Tableau 1. La même chose s'applique pour les lignes de fuite à l'Annexe D.

Tout écart par rapport à ces indications doit être spécifié et les distances d'isolement/lignes de fuite doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

B.7 Vibrations

Le matériel doit être adapté à une installation au voisinage d'une voie ferrée sur des fondations conçues pour amortir les principaux effets du passage des trains. Cependant, des vibrations ou des chocs limités peuvent avoir une influence sur le matériel qui doit pouvoir fonctionner de manière satisfaisante lorsqu'il est soumis à des vibrations sinusoïdales conventionnelles à 10 Hz, appliquées séparément et ayant les caractéristiques du Tableau B.1.

Tableau B.1 – Limites des vibrations sinusoïdales

Orientation	Accélération de crête	Durée nominale
Verticaux	5 m/s ²	30 s
Horizontal	5 m/s ²	30 s

Toute condition différente des conditions ci-dessus doit être spécifiée.

B.8 Zones soumises à un danger d'incendie

Les classes suivantes sont prévues:

- F0 Aucun risque d'incendie spécial n'est envisagé. A l'exception des caractéristiques inhérentes à la conception de l'équipement, aucune mesure spéciale n'est prise pour limiter l'inflammabilité. Ceci est considéré comme une condition de fonctionnement en service normale.
- F1 Equipement soumis à un risque d'incendie. Une inflammabilité restreinte est exigée. L'auto extinction de l'incendie (une combustion médiocre est autorisée pour une consommation d'énergie négligeable) doit avoir lieu dans un délai spécifié à convenir entre l'acheteur et le fournisseur, sauf spécification contenue dans les normes. Les émissions de substances toxiques et de fumée opaque doivent être minimisées. Les matériaux et les produits de combustion doivent être pratiquement exempts d'halogènes et ne doivent fournir qu'une quantité limitée d'énergie thermique à un incendie extérieur. Ceci est considéré comme une condition anormale.
- F2 Grâce à des dispositions spéciales, l'équipement doit pouvoir fonctionner pendant une durée définie s'il est soumis à un incendie extérieur. L'exigence de la classe F1 doit être également satisfaite. Ceci est considéré comme une condition anormale.

Annexe C (normative)

Recherche de courants critiques pour les disjoncteurs et les interrupteurs à courant continu

C.1 Généralités

Pour les disjoncteurs à coupure dans l'air, les courants critiques sont des courants faibles qui produisent les durées d'arc les plus longues. Ce phénomène est dû au faible champ magnétique produit par le courant dans l'arc qui donne un mouvement d'arc lent du point de démarrage à sa position d'extinction dans la boîte de soufflage.

C.2 Disjoncteurs et interrupteurs unidirectionnels

Cette exigence s'applique aux appareils de connexion qui doivent interrompre des courants dans une seule direction. Il s'applique aux disjoncteurs de lignes L de types U_1 et U_2 .

Les essais d'ouverture doivent être effectués aux niveaux de courant suivants:

25 A	50 A	100 A	200 A	400 A
------	------	-------	-------	-------

à la tension assignée U_{Ne} , avec une constante de temps de circuit qui ne soit pas inférieure à 0,01 s. Des constantes de temps plus faibles sont admises pourvu que la valeur minimale de l'inductance de charge du circuit soit de 50 mH. On peut utiliser des inductances plus faibles avec l'accord de l'acheteur.

Dix manœuvres d'ouverture sont exigées à chaque valeur du courant, avec une série commençant par la valeur la plus faible.

Avant de commencer l'essai, il convient que la boîte de soufflage soit exempte de tout magnétisme résiduel.

Les valeurs exactes du courant ne sont pas importantes, dans la mesure où chaque courant est approximativement le double du courant précédent.

Les durées d'arc auront une large dispersion à chaque valeur du courant.

Il convient que les résultats fassent l'objet d'un graphique pour illustrer la dispersion de la durée d'arc par rapport au courant. La gamme des courants d'essai peut montrer l'existence d'un courant critique, qui peut avoir une large bande en elle-même. Les valeurs les plus élevées et les plus faibles du courant doivent montrer des durées d'arc plus courts que la (les) valeur(s) critique(s). S'il est constaté un courant critique, il peut être nécessaire d'étendre la plage des courants d'essai en la doublant ou en la réduisant de moitié.

C.3 Disjoncteurs et interrupteurs bidirectionnels

Cette exigence s'applique aux appareils de connexion qui sont nécessaires à tout moment pour couper des courants dans les deux directions. Elle s'applique aux disjoncteurs à redresseur R et d'interconnexion I.

Les essais d'ouverture doivent être d'abord réalisés comme pour les appareils de connexion unidirectionnels, pour établir le courant critique.

L'essai suivant concernant les disjoncteurs est d'éliminer un excès de courant de 1 000 A dans la boîte de soufflage et d'y laisser un magnétisme résiduel pour cette direction. L'essai suivant concernant les interrupteurs lors d'une coupure, est d'éliminer un excès de courant de 1 000 A dans la boîte de soufflage ou son courant assigné de coupure, s'il est inférieur à 1 000 A.

Les manœuvres d'ouverture doivent ensuite être effectuées au courant critique, avec le courant en sens inverse au courant fort précédent.

On doit effectuer cinq manœuvres puis répéter toute la procédure. Ceci assure que la boîte de soufflage reste magnétisée dans la direction inverse à l'interruption de courant faible, pendant 10 interruptions.

On doit effectuer 10 manœuvres supplémentaires comme pour le courant critique, à des valeurs égales à la moitié et au double de ce courant. Si ceci produit des durées d'arc plus longues, on doit alors effectuer des essais supplémentaires jusqu'à ce qu'on montre que les durées d'arc diminuent. A chaque fois, le courant doit être divisé ou multiplié par deux.

On peut trouver des durées d'arc plus longues que les courants critiques unidirectionnels à cause des effets défavorables du magnétisme résiduel inverse.

Des courants plus faibles que le courant critique ont moins d'effets de démagnétisation sur le magnétisme résiduel et peuvent produire des durées d'arc plus longues.

Annexe D (informative)

Lignes de fuite recommandées

Pour les besoins de cette partie de l'IEC 61992, on ne prend en compte que deux groupes de matériaux en fonction de leurs valeurs IRC, comme indiqué au Tableau D.1.

Tableau D.1 – Identification du groupe de matériau

Groupe de matériau I	$600 \leq \text{IRC}$
Groupe de matériau II	$400 \leq \text{IRC} < 600$

Les valeurs IRC ci-dessus font référence aux valeurs obtenues conformément aux normes IEC 60112 et IEC 60587, sur des échantillons spécifiquement réalisés dans ce but et soumis aux essais avec la solution A.

Sur la base des hypothèses ci-dessus, le Tableau D.2 donne les valeurs recommandées.

Tableau D.2 – Lignes de fuite recommandées en mm/kV (base U_{Nm})

Groupe de matériaux	Matériel pour l'intérieur	Matériel pour l'extérieur
I	25 mm/kV (U_{Nm})	30 mm/kV (U_{Nm})
II	30 mm/kV (U_{Nm})	40 mm/kV (U_{Nm})
La ligne de fuite minimum doit être au moins égale à la distance d'isolement minimum donnée au Tableau 1.		

Pour les méthodes de mesure, se référer à la norme EN 50124-1.

Annexe E (informative)

Détermination de la localisation du défaut d'énergie maximale

Un circuit équivalent simple d'un système de traction en courant continu est représenté à la Figure E.1.

NOTE Dans la présente Annexe on utilise la lettre c en indice pour le circuit complet.

En conséquence:

$$T_s = \frac{L_s}{R_s} = \text{constante de temps de la source} \quad (\text{E.1})$$

$$T_c = \frac{L}{R} \quad (\text{E.2})$$

où

$$L = (l \times x) \text{ et } R = (r \times x)$$

$$t_c = \frac{L_s + (l \times x)}{R_s + (r \times x)} = \text{constante de temps de l'ensemble du circuit à un défaut au point F} \quad (\text{E.3})$$

L'énergie stockée dans le circuit pour un défaut au point F est donnée par

$$E = 1/2 \times l_c \times I^2$$

où l_c est l'inductance de circuit totale et I est le courant présumé du court-circuit.

Il existe une valeur de la distance x pour laquelle l'énergie est maximum.

Si

$$l_c = L_s + (l \times x) \text{ et } I = \frac{U}{R_s + (r \times x)} \quad (\text{E.4})$$

alors:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \frac{(L_s + (l \times x))U^2}{(R_s + (r \times x))^2} \quad (\text{E.5})$$

Pour un rapport maximum $dE/dx = 0$.

On peut montrer que si $dE/dx = 0$, dans ce cas, la distance à laquelle l'énergie maximale est stockée dans le circuit est:

$$x = \frac{R_s}{r} - \frac{2 \times L_s}{l} \quad (\text{E.6})$$

Il est évident que cette équation est significative lorsque x est positif.

Si l'on remplace cette expression par t_c , la constante de temps du circuit total à l'emplacement de l'énergie stockée maximale donne:

$$t_c = \frac{T_c}{2} \quad (\text{E.7})$$

ce qui signifie que l'énergie stockée maximale dans le circuit se produit lorsque la constante de temps du circuit total est deux fois moindre que la constante de temps de la voie.

Le courant présumé I au point où $t_c = T_c/2$ est donné par $U / [R_s + (r \times x)]$

où

$$x = R_s/r - 2 \times L_s/l. \quad (\text{E.8})$$

Si $I_{ss} = U/R_s$ dans ce cas $I_{\max E}$ (courant présumé à l'emplacement de l'énergie stockée maximum à l'emplacement d'énergie maximum) est égal, par substitution, à,

$$I_{\max E} = \frac{I_{ss}}{2 \left(1 - \frac{T_s}{T_c} \right)} \quad (\text{E.9})$$

ce qui donne, si T_s est beaucoup plus petit que T_c :

$$I_{\max E} = \frac{I_{ss}}{2} \quad \text{environ} \quad (\text{E.10})$$

au point d'énergie maximum.

La Figure E.2 montre la relation entre les taux $I_{\max E}/I_{ss}$ pour les valeurs de T_s/T_c où T_s n'est pas significativement inférieur à T_c .

Ceci indique, que si $T_s = 0,5 \times T_c$ alors l'emplacement d'énergie maximale se situe au niveau de courant $I_{\max E} = I_{ss}$, soit à la distance $x = 0$.

Ceci peut être également montré en substituant la valeur de $R_s/r = 2 \times L_s/l$ dans (E.1) si $T_s = T_c/2$.

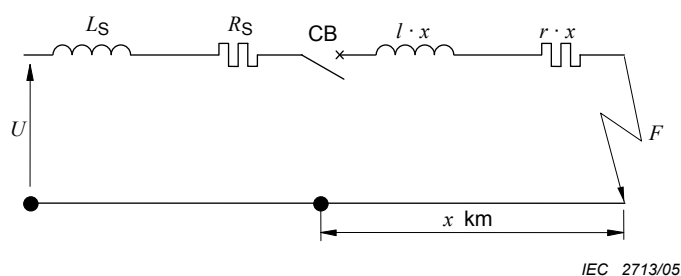
Pour les essais de type, on utilise des valeurs assignées (indiquées par N , par exemple I_{Nss}).

La valeur indiquée en 5.1.1.3 est utilisée pour les valeurs inférieures de T_{Nc} où la constante de temps de la source est inconnue.

Les valeurs de t_c et I sont ajustées pour donner des valeurs d'essai susceptibles de simuler des valeurs inconnues de T_s .

Ces valeurs ne prédisent l'énergie stockée du circuit que si le courant atteint via le disjoncteur est la valeur présumée.

L'énergie d'arc du disjoncteur est inférieure à cette valeur si le disjoncteur réussit à limiter le courant.



Légende

U	=	Tension d'alimentation	F	=	Défaut à la distance x du disjoncteur
R_s	=	Résistance de la source	L_s	=	Inductance de la source
l	=	Inductance de voie par km	CB	=	Disjoncteur ou appareil de connexion
r	=	Résistance de voie par km	x	=	Distance [km] entre CB et F

Figure E.1 – Circuit équivalent d'un système de traction à courant continu

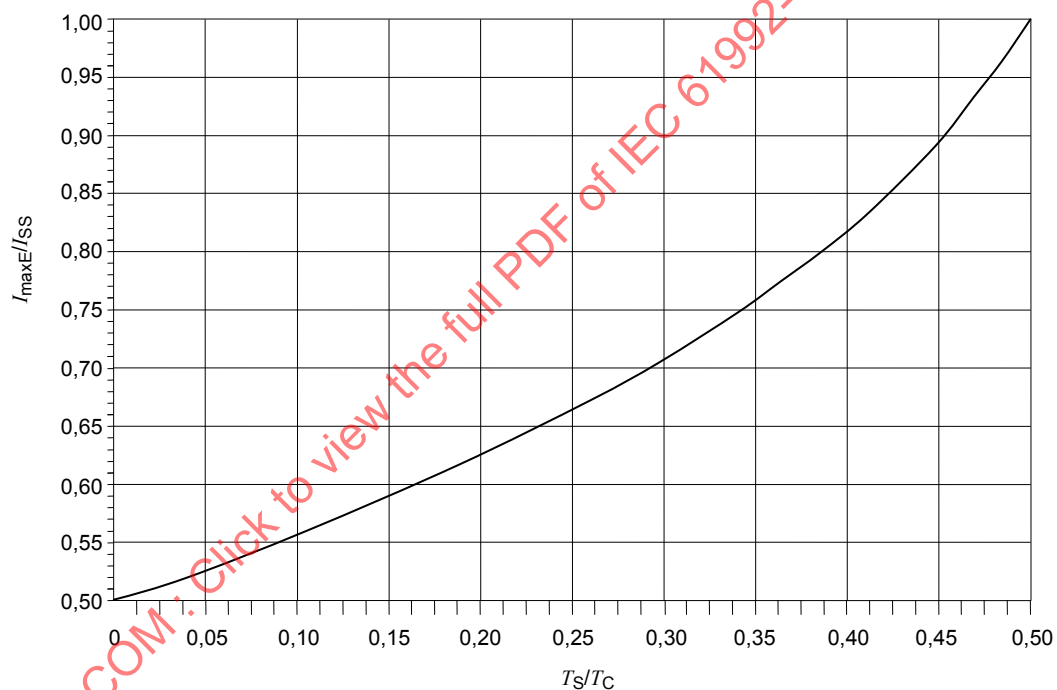


Figure E.2 – Rapport de $I_{\max E}/I_{ss}$ sur T_s/T_c

Bibliographie

Des informations utiles complémentaires peuvent être trouvées dans les publications suivantes:

IEC 60068-2 (toutes les parties), *Essais d'environnement – Partie 2: Essais*

IEC 60085, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

IEC 60112, *Méthode pour déterminer les indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

IEC 60507, *Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif*

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

IEC 60587, *Méthodes d'essai pour évaluer la résistance au cheminement et à l'érosion des matériaux isolants électriques utilisés dans des conditions ambiantes sévères*

IEC 60815, *Guide pour le choix des isolateurs sous pollution*

IEC 62128-1, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Partie 1: Mesures de protection relatives à la sécurité électrique et à la mise à la terre*

IEC 62128-2, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Partie 2: Mesures de protection contre les effets des courants vagabonds causés par les réseaux de traction électrique à courant continu*

EN 50124-2, *Applications ferroviaires – Coordination de l'isolement – Partie 2: Surtensions et protections correspondantes*

EN 50327, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Harmonisation des valeurs assignées et des essais sur les groupes convertisseurs*

EN 50328, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Convertisseurs électroniques de puissance pour sous-stations*

EN 50329, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Transformateurs de traction*

FINAL VERSION

VERSION FINALE

**Railway applications – Fixed installations – DC switchgear –
Part 1: General**

**Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu –
Partie 1: Généralités**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions	7
3.1 General terms.....	7
3.2 Performance characteristics	10
3.3 Components	16
3.4 Terms relating to d.c. circuit-breakers, switch-disconnectors and associated relays	20
4 Service conditions and requirements.....	24
4.1 Environmental conditions	24
4.2 Insulation levels.....	25
5 Standard features and conventional assumptions	27
5.1 Standard features and conventional parameters for the main circuit	27
5.2 Standard features for auxiliary and control circuits	28
6 Temperature-rise limits	29
7 Tests	30
7.1 General	30
7.2 Test tolerances.....	31
7.3 Tests on movable devices.....	31
7.4 Temperature-rise test	33
7.5 Dielectric tests.....	34
7.6 Short-circuit and load-switching conditions	35
7.7 Verification of the behaviour during short-time withstand current test.....	37
7.8 Verification of the manual control device for sturdiness and position indicator reliability.....	37
Annex A (normative) Diagrams for tests	39
Annex B (normative) Environmental conditions for indoor installations	41
Annex C (normative) Search of critical currents for d.c. circuit-breakers and switches.....	44
Annex D (informative) Recommended creepage distances.....	46
Annex E (informative) Determination of maximum energy fault location.....	47
Bibliography	50
Figure A.1 – Diagram of the test circuit for checking the making and breaking capacities in short-circuit and load/overload switching conditions	39
Figure A.2 – Typical calibrations and interruption under short-circuit and load/overload switching conditions (two different cases of calibration are represented) (see 7.6)	40
Figure E.1 – Equivalent circuit of a d.c. traction system	49
Figure E.2 – Ratio of $I_{\max E}/I_{ss}$ to T_s/T_c	49

Table 1 – Insulation levels	26
Table 2 – Test circuit parameters for maximum circuit energy	27
Table 3 – Preferred voltages for auxiliary and control circuits [V]	28
Table 4 – Temperature-rise limits for insulated coils	29
Table 5 – Temperature-rise limits for various components	30
Table 6 – Test tolerances	31
Table 7 – Recommended quantities and dimensions of copper bars	34
Table 8 – Values of forces or torques for the tests	38
Table B.1 – Limits of sinusoidal vibrations	42
Table D.1 – Material group identification	46
Table D.2 – Recommended creepage distances, in mm/kV (base U_{Nm})	46

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RAILWAY APPLICATIONS – FIXED INSTALLATIONS – DC SWITCHGEAR –

Part 1: General

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 61992-1 bears the edition number 2.1. It consists of the second edition (2006-02) [documents 9/886/FDIS and 9/908/RVD] and its amendment 1 (2014-04) [documents 9/1790/CDV and 9/1850/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 61992-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

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

- all requirements or procedures applying to more than one part of the IEC 61992 series are now grouped in this part;
- there have been new definitions added for Parts 4, 5, 6 and 7 and also new specifications concerning verification of the behaviour during short-time withstand current test and verification of the manual control device;
- specifications of short-circuit and load-switching tests have been improved.

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

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

- Part 1: General
- Part 2: DC 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: DC 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 1: General

1 Scope

The IEC 61992 series specifies requirements for d.c. switchgear and controlgear and is intended to be used in fixed electrical installations with nominal voltage not exceeding 3 000 V d.c., which supply electrical power to vehicles for public guided transport, i.e. railway vehicles, tramway vehicles, underground vehicles and trolley-buses.

This Part 1 specifies general requirements.

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 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-446:1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 446: Electrical relays*

IEC 60050-605:1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 605: Generation, transmission and distribution of electricity – Substations*

IEC 60050-811:1991, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 811: Electric traction*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60099-1:1999, *Surge arresters – Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems*

IEC 60099-4:2004, *Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems*

IEC 60269-1:1998, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60721 (all parts), *Classification of environmental conditions*

IEC 60850:2000, *Railway applications – Supply voltage of traction systems*

IEC 60913:1988, *Electric traction overhead lines*

IEC 60947 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear*

IEC 62271-200: 2003, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

EN 50124-1:2001, *Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for electrical and electronic equipment*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-441, IEC 60050-446, IEC 60050-605, IEC 60050-811, IEC 60099-1, IEC 60099-4, IEC 60947, IEC 62271-200, and EN 50124-1 as well as the following apply.

3.1 General terms

3.1.1 switchgear

general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective and regulating equipment; it covers also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures and supporting structures

NOTE For the sake of simplicity, in this standard the term “switchgear” means “switchgear and controlgear”.

3.1.2 d.c. switchgear and controlgear assembly

combination of one or more d.c. switching devices together with associated control, measuring, signalling, protective, regulating equipment, etc. completely assembled under the responsibility of the supplier, with all the internal electrical and mechanical interconnections and structural parts

NOTE 1 Throughout the IEC 61992 series, the abbreviation switchgear assembly is used for a d.c. switchgear and controlgear assembly.

NOTE 2 The components of the switchgear assembly may be electromechanical or electronic.

NOTE 3 An enclosure, but not an integral enclosure, when housing a switching device and some associated controlgear, may be considered as a switchgear assembly.

3.1.3 switching device

device designed to make or break the current in one or more electric circuits

[IEV 441-14-01]

3.1.4 d.c. circuit-breaker

switching device capable of making, carrying and breaking direct currents under normal circuit conditions and also making, carrying (up to a specified limit and for a specified time) and breaking currents under specified abnormal conditions, such as those of short-circuit

3.1.5 d.c. disconnecter

mechanical switching device, which provides, in the open position, for safety reasons, an isolating distance in accordance with specified requirements

NOTE 1 The disconnecter is capable of opening and closing a circuit when either negligible d.c. current is broken or made, or when no significant change in the voltage across the terminals of the disconnecter occurs. It is also capable of carrying d.c. currents under normal circuit conditions and carrying, for a specified time, currents under abnormal conditions such as those of short-circuit.

NOTE 2 A disconnecter is not suitable for making or breaking load current, fault current or other current arising from the effects of lightning or transient phenomena.

NOTE 3 A disconnecter is only able to make or break current of very limited magnitude such as those arising from electrostatic charging or discharges across undamaged insulation. The ability to make or break minimum currents

due to eventual marginal transient conditions of the network is subject to agreement between purchaser and supplier.

3.1.6

switch-disconnector

mechanical switching device capable of making, carrying and breaking currents in normal circuit conditions and, when specified, in given operating overload conditions. In addition, it is able to carry, for a specified time, currents under specified abnormal circuit conditions, such as short-circuit conditions. Moreover, it complies with the requirements for a disconnector (see 3.1.5)

NOTE 1 When specified, a switch-disconnector may be designed for making short-circuit currents, but not for breaking the same.

NOTE 2 Outdoor switch-disconnectors, in given special conditions, may be required to be suitable for breaking overload currents of specified amplitude.

3.1.7

earthing switch

mechanical switching device for earthing parts of the circuit, capable of withstanding for a specified time, currents under abnormal conditions such as those of short circuit, but not required to carry current under normal conditions of the circuit

NOTE An earthing switch may have a short-circuit making capacity (see 3.2.23).

[IEV 441-14-11]

3.1.8

low-voltage limiter

device intended to be in parallel in those parts of a traction system where overvoltages are expected having the function of limiting the voltage to predetermined values

3.1.9

d.c. sensor

device used for detecting a current or a voltage in a d.c. main circuit, which produces an output signal, proportional to and linear (over a range) with the primary input, for connection to a secondary device which acts on the signal

3.1.10

d.c. shunt

device connected in the primary circuit, usually composed of metal grids, that provides a millivolt output proportional to the current following in the primary circuit

3.1.11

isolating transducer

device which is interposed between the output of a sensor in the main circuit and the input of a secondary device used for measurement or protection, and used to provide an output isolated from the main circuit and, usually, at lower voltage

3.1.12

Hall effect sensor

type of sensor which fits around the main circuit current carrying conductor and uses a single or multiple Hall effect cells situated in the magnetic field of an iron circuit and which is energised by the current in the main conductor

3.1.13

divider

bank of resistors connected across the main supply with a footing resistor used as the output, which gives a voltage proportional to the main supply. This output is connected either directly or indirectly through an isolation transducer to the voltage terminals of the secondary device

3.1.14 operation

motion of the moving contact(s) from one position to another position, for example open to close or open to earth

NOTE 1 This may be a closing operation or an opening operation.

NOTE 2 If a distinction is necessary, the terms "electrical operation" (for example make and break) and "mechanical operation" (for example closing and opening) should be used.

NOTE 3 The position of a switching device where the continuity of the main circuit is assured is indicated as "close" position.

NOTE 4 The position of a switching device where the prescribed distance between the contacts of the switching device is assured is indicated as "open" position.

3.1.15 operating cycle (of a mechanical switching device)

succession of operations from one position to another and back to the first position through all other positions, if any

[IEV 441-16-02]

3.1.16 dependent manual operation (of a mechanical switching device)

operation solely by means of directly applied manual energy, such that the speed and force of the operation are dependent upon the action of the operator

[IEV 441-16-13]

3.1.17 stored energy operation (of a mechanical switching device)

operation by means of energy stored in the device itself prior to the completion of the operation and sufficient to complete it under predetermined conditions

NOTE This kind of operation may be subdivided according to

- a) the energy storage mode (spring, weight, etc.);
- b) the origin of the energy (manual, electric, etc.);
- c) the energy releasing mode (manual, electric, etc.).

[IEV 441-16-15]

3.1.18 independent manual operation (of a mechanical switching device)

stored-energy operation where the energy originates from manual power, stored and released in one continuous operation, in such a way that the speed and force of the operation are independent from the action of the operator

[IEV 441-16-16]

3.1.19 independent power operation

operation by means of energy where the energy originates from an external power source and is released in a single continuous operation, in such a way that the speed and force of the operation are independent from the action of the operator

3.1.20 switching device with interlock preventing opening and/or closing operations

switching device in which an operation (closing and/or opening) is prevented by interlocking means reflecting given system conditions

3.1.21

utilisation category (of a switching device)

combination of specified requirements related to the condition in which the switching device fulfils its purpose, selected to represent a characteristic group of practical applications

[IEV 441-17-19, modified]

NOTE The specified requirements may concern, for example the values of the making capacities, if applicable, breaking capacities and other characteristics, the associated circuits and the relevant conditions of use and behaviour. The term "duty" used elsewhere in the standard corresponds to a particular aspect of the utilisation category.

3.1.22

unidirectional switching device

switching device (for example a circuit-breaker), the purpose of which is to interrupt d.c. current which is flowing in a prescribed direction through that device, and which is identified accordingly

3.1.23

bidirectional switching device

switching device (for example a circuit-breaker), the purpose of which is to interrupt d.c. current which flows in either direction through that device, and which is identified accordingly

NOTE Proof of bidirectional ability is included in the interrupting type tests.

3.2 Performance characteristics

3.2.1

Voltages

3.2.1.1

nominal voltage

U_n

voltage by which an installation or part of an installation is designated

3.2.1.2

Limits of system voltages

3.2.1.2.1

highest system voltage

U_{max}

highest value given for the voltage in the continuous operating conditions U_{max1} specified in IEC 60850

3.2.1.2.2

lowest system voltage

U_{min}

lowest value given for the voltage in the continuous operating conditions U_{min1} specified in IEC 60850

3.2.1.3

rated insulation voltage

U_{Nm}

maximum value of the d.c. voltage for which the equipment is designed in respect to its insulation

3.2.1.4 rated voltage

U_{Ne}
voltage value, given by the manufacturer, which, combined with rated service current, determines the utilisation of the equipment and to which the corresponding tests and utilisation categories, if any, relate

NOTE The rated voltage may differ from the nominal voltage by a quantity within permitted tolerances.

3.2.1.5 rated auxiliary and control supply voltage

voltage measured at the circuit terminals of the apparatus during its operation, including, if necessary, the auxiliary resistors or accessories supplied or required by the manufacturer to be installed in series with it, but not including the conductors to the electrical supply

3.2.1.6 Voltages of surge arresters and low voltage limiters

3.2.1.6.1 rated voltage of a gapped arrester

U_r
maximum d.c. voltage value between terminals at which the surge arrester is designed to withstand continuously

3.2.1.6.2 rated voltage of a gapless arrester

U_r
maximum d.c. voltage value between terminals at which the surge arrester is designed to operate correctly under temporary overvoltage conditions as established in the operating duty tests (see 4.7.5 of IEC 61992-5). The rated voltage is used as a reference parameter for the specification of the operating characteristics

3.2.1.6.3 rated voltage of a low-voltage limiter

U_r
the maximum d.c. voltage value between terminals which the low-voltage limiter is designed to withstand continuously

3.2.1.6.4 maximum continuous operating voltage of a gapless arrester

U_c
voltage which corresponds to U_{max} defined in 3.2.1.2.1

3.2.1.6.5 protective voltage level of a gapped arrester

U_p
crest value, declared by the supplier, higher than the maximum of the three voltage values between the surge arrester terminals: residual voltage at I_n , maximum standard lightning impulse sparkover voltage, maximum front of wave impulse sparkover voltage, the latter divided by 1,15

3.2.1.6.6 protective voltage level for gapless arrester

U_p
impulse protection level of the arrester covering the maximum residual voltage for the nominal discharge current I_n

3.2.1.6.7

maximum withstand voltage of a low-voltage limiter

U_w

maximum peak voltage value between terminals at which the current in the voltage limiter is zero or limited to specified values (leakage current)

3.2.1.6.8

maximum sparkover voltage of a low-voltage limiter

U_s

maximum voltage value between terminals at which a gapped voltage limiter is designed to make a connection between terminals such as to limit the difference of potential between the same to a safe value

3.2.1.7

rated impulse withstand voltage

U_{Ni}

peak value of an impulse voltage of prescribed form and polarity which the equipment is capable of withstanding to, without failure, under the specified test conditions

3.2.1.8

power-frequency voltage withstand level (dry and wet)

U_a

power-frequency test voltage level which, when withstood by the equipment, proves the integrity of its insulation in operating conditions

3.2.1.9

recovery voltage

voltage which appears across the terminals of a switching device after the breaking of the current

[IEV 441-17-25, modified]

3.2.1.10

maximum arc voltage

$\hat{U}_{arc}$

maximum voltage appearing across the switching device during arcing

3.2.2

prospective current

current that would flow in the circuit if the device was replaced by a conductor of negligible impedance

[IEV 441-17-01, modified]

NOTE The prospective current may be qualified in the same way as a real current: prospective broken current, peak value of the prospective current, etc.

3.2.3

conventional free-air thermal current

I_{th}

current which may be used for the temperature-rise test of an equipment in free-air (see notes 1 and 2). This value is equal to or greater than the maximum value of the rated service current I_{Ne} of the equipment

NOTE 1 Free-air is the indoor air existing in normal conditions, reasonably free from dust and external radiations.

NOTE 2 A free-air device is a device supplied by the manufacturer without an enclosure (see 3.3.16) or a device supplied by the manufacturer with an integral enclosure (see 3.3.17).

3.2.4 conventional enclosed thermal current

I_{the}
current stated by the manufacturer which may be used for the temperature-rise tests of the equipment when mounted in a specified enclosure

This value is equal to or greater than the maximum value of the rated service current I_{Ne} of the enclosed equipment

3.2.5 rated service current

I_{Ne}
value of current stated by the manufacturer taking into account the rated voltage (see 3.2.1.4), the continuous duty and the utilisation category (see 3.1.21) and the protective enclosure type, if any

NOTE 1 Any current exceeding I_{Ne} is an overload condition.

NOTE 2 If a load cycle is specified by the purchaser, it should define the steady-state currents before and after the load cycle. If the temperature-rises resulting from the load cycle exceed the temperature-rise limits, then a higher rated service current needs to be used.

3.2.6 Currents of surge arresters and low voltage limiters

3.2.6.1 nominal discharge current of a gapped arrester

I_n
peak value of discharge current, having an 8/20 wave-shape, which is used to classify an arrester. It is also the discharge current which is used to initiate follow-through current in the operating duty test

3.2.6.2 nominal discharge current of a gapless arrester

I_n
peak value of lightning current impulse (see IEC 60099-4) which is used to classify an arrester

3.2.6.3 long term withstand current of a low-voltage limiter

I_w
current that a low-voltage limiter is able to withstand for 1 800 s in specified conditions

3.2.6.4 leakage current of a low-voltage limiter

current which flows between terminals of a low-voltage limiter when U is applied under nominal service conditions

3.2.7 rated short-time withstand current

I_{Ncw}
current that a circuit or a switching device in the closed position can carry, during a specified short time under prescribed conditions of use and behaviour

3.2.8 rated earth fault current (of a switchgear assembly)

I_{Ncwe}
maximum short-time withstand current which can be carried in the earthing circuit

3.2.9 short-circuit current

I_{ss}

prospective sustained current resulting from a short circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit

3.2.10 rated short-circuit current

I_{Nss}

maximum value of the prospective sustained short-circuit current that the device will carry

3.2.11 peak of the short-circuit current

$\hat{I}_{ss}$

peak prospective value of the short-circuit current under transient conditions

3.2.12 cut-off current

maximum instantaneous value of current attained during the breaking operation of a switching device

[IEV 441-17-12, modified]

3.2.13 circuit time constant

t_c

value of the ratio of inductance over resistance of the circuit

3.2.14 track time constant (of a line)

T_c

time constant of the track itself plus all parts on the load side of a switching device, including the contact line (overhead contact line or third rail), the return circuit and any low-frequency or high-frequency impedance bonds

3.2.15 rated track time constant (of a switching device)

T_{Nc}

conventional value assigned to a switching device describing the capability of the device to break inductive short-circuit currents under specified conditions

3.2.16 source time constant

T_s

time constant of the d.c. source on the incoming supply side of a switching device, including the a.c. supply network, the rectifier conversion equipment, smoothing reactors, the d.c. connections in the substation and the feeder and return connections between substation and track

3.2.17 breaking current

current of a switching device at the instant of initiation of the contact separation during a breaking process

3.2.18

breaking capacity

value of the prospective breaking current that a switching device is capable of breaking at a stated voltage and under prescribed conditions of use and behaviour

[IEV 441-17-08, modified]

3.2.19

rated short-circuit breaking capacity

breaking capacity for which prescribed conditions include a short circuit at the load terminals of the switching device

3.2.20

critical current

I_c

value of breaking current, less than the rated short-circuit breaking current, at which the arcing time is a maximum and is significantly longer than at the rated short-circuit breaking current

NOTE It can be a current or a range of currents which produce this effect. See Annex C.

3.2.21

maximum circuit-energy short circuit

$I_{max E}$

short circuit having the maximum possible value of circuit energy, which normally occurs at a short distance along the track from the substation

3.2.22

making capacity

value of the prospective making current that a switching device is capable of making at a stated voltage, under prescribed conditions of use and behaviour

[IEV 441-17-09]

3.2.23

rated short-circuit making capacity

making capacity for which the prescribed conditions include a short circuit at the load side terminals of the switching device

3.2.24

distant fault short-circuit

short circuit at a position remote from the switching device interrupting the fault

3.2.25

disruptive discharge

phenomenon associated with the failure of insulation, under electrical stress, in which the discharge completely bridges the insulation under test, reducing the voltage between the electrodes to zero or nearly to zero

NOTE 1 The term applies to discharges in solid, liquid and gaseous dielectrics and to combination of these.

NOTE 2 A disruptive discharge in a solid dielectric produces permanent loss of dielectric strength (non-self restoring insulation).

NOTE 3 The term “sparkover” is used when a discharge occurs in a gaseous or liquid dielectric.

NOTE 4 The term “flashover” is used when a disruptive discharge occurs over the surface of a solid dielectric in gaseous or liquid medium.

NOTE 5 The term “puncture” is used when a disruptive discharge occurs through a solid dielectric.

3.2.26

ambient air temperature (of a switchgear)

temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the enclosure or switchgear

3.2.27

initial rate of rise

rate of rise at the beginning of the current flow

3.3 Components

3.3.1

component

essential part of the switchgear which serves a specific function (for example, circuit-breaker, disconnector, switch, fuse, shunt, voltage and current transducers, bushing, busbar, etc.)

3.3.2

conductive part

part which is capable of conducting current, although it may not necessarily be used for carrying service current

[IEV 441-11-09]

3.3.3

exposed conductive part

conductive part which can readily be touched and which is not normally live, but which may become live under fault conditions

[IEV 441-11-10]

NOTE 1 A conductive part of electrical equipment which can only become live under fault conditions through an exposed conductive part is not considered to be an exposed conductive part.

NOTE 2 Typical exposed conductive parts are enclosure walls, etc.

3.3.4

live part

conductor or conductive part intended to be energised in normal use, including, if applicable, the return conductor

NOTE The return circuit of the switchgear may be considered as either a live or an earthed part. The rated insulation voltage of the return circuit is stated by the purchaser.

3.3.5

clearance

distance between two conductive parts along a string stretched along the shortest distance between these conductive parts

3.3.6

clearance to earth

distance between any conductive part and any part earthed or intended to be earthed

3.3.7

Clearances between the main contacts

3.3.7.1

clearance between open contacts

distance between the contacts, or any conductive part connected to the contacts, of a mechanical switching device in the open position

3.3.7.2

isolating distance

clearance between open contacts satisfying the safety requirements specified for switching devices

3.3.8

creepage distance

shortest distance along the surface of the insulating material between two conductive parts

NOTE A seal between two portions of insulating material is considered to be a part of the surface.

3.3.9

Circuits at main supply voltage

3.3.9.1

main circuit (of a switching device)

all conductive parts of a switching device included in the circuit which is designed to close and open

3.3.9.2

main circuit (of a switchgear assembly)

all conductive parts of a switchgear assembly which are at the main supply voltage, carrying power current, but excluding the busbars

3.3.9.3

busbars (of a switchgear assembly)

conductive parts of a switchgear assembly, at the main supply voltage, which are intended to distribute power current to one or more functional units

3.3.10

Main circuit contacts

3.3.10.1

main contact (of a mechanical switching device)

contact included in the main circuit of a mechanical switching device, intended to carry, in the close position, the current of the main circuit

3.3.10.2

arcing contact

contact on which the arc (if any) is intended to be established

NOTE An arcing contact may serve as a main contact: it may be a separate contact so designed that it opens after, and closes before, another contact which it is intended to protect from damage.

3.3.11

control circuit (of a switching device)

conductive parts of a switching device, other than those parts forming the main circuit, forming a circuit used to control and actuate the making and breaking operations of the switching device

3.3.12

auxiliary circuit (of a switching device)

conductive parts of a switching device forming a circuit differing from the main circuit and the control circuit

3.3.13

auxiliary circuit (of a switchgear assembly)

all conductive parts of switchgear included in a circuit (other than the main circuit) intended to control, measure, signal and regulate

NOTE The auxiliary circuits of a switchgear include the control and auxiliary circuits of the switching devices.

3.3.14

transport unit

part of a switchgear suitable for shipment without being dismantled

3.3.15
functional unit

part of a switchgear comprising all the components of the main circuits and auxiliary circuits that contribute to the fulfilment of a single function

NOTE Functional units may be distinguished according to the function for which they are intended, for example incoming unit, outgoing unit, etc.

3.3.16
enclosure

part providing a specified degree of protection of the equipment against certain external influences specified and a specified degree of protection against approach to or contact with live parts and against contact with moving parts

3.3.17
integral enclosure

enclosure which forms an integral part of the equipment

3.3.18
compartment

part of switchgear which is enclosed except for openings necessary for interconnections, control and/or ventilation

NOTE 1 A compartment may be designated by the main component contained therein, for example, circuit-breaker compartment, a busbar compartment, etc.

NOTE 2 Openings necessary for interconnections between compartments are closed with bushings or other equivalent means.

NOTE 3 Busbar compartments may extend through several functional units without the need for bushings or other equivalent means.

3.3.19
partition

part of switchgear separating one compartment from other compartments

3.3.20
shutter

part of switchgear that can be moved from a position where it is a part of the enclosure or partition shielding the live parts to a position where it permits contacts of a removable part to engage live parts

3.3.21
bushing

structure carrying one or more conductors through an enclosure and insulating it therefrom, including the means of attachment

3.3.22
removable part

part of switchgear that may be removed entirely from the metal-enclosed switchgear and replaced, even when the main circuit is alive

3.3.23
withdrawable part

removable part of a switchgear that can be moved to positions in which an isolating distance or segregation between open contacts is established, while the part remains mechanically attached to the enclosure

3.3.24
service position (connected position) of a removable part

position of a removable part in which it is fully connected for its intended function

3.3.25

test position (of a withdrawable part)

position of a withdrawable part in which an isolating distance or segregation is established in the main circuit and in which the control circuits are connected

3.3.26

disconnected position (of a withdrawable part)

position of a withdrawable part in which an isolating distance or segregation is established in the circuits of the withdrawable part, that part remaining mechanically attached to the enclosure

NOTE In switchgear, the auxiliary circuits may not be disconnected.

3.3.27

removed position (of a removable part)

position of a removable part when it is outside and mechanically and electrically separated from the enclosure

3.3.28

Types of switchgear

3.3.28.1

metal-enclosed switchgear

switchgear assemblies with an external metallic enclosure intended to be earthed and complete except for external connections

NOTE The metal-enclosed switchgear is subdivided into three types:

- metal-clad switchgear;
- compartmented switchgear (with one or more non-metallic partitions);
- cubicle switchgear.

3.3.28.2

metal-clad switchgear

metal-enclosed switchgear in which components are arranged in separate compartments with metal partitions intended to be earthed

NOTE 1 This term applies to metal-enclosed switchgear with metal partitions providing the degree of protection (or higher) included in IEC 61992-6 and having separate compartments at least for the following components:

- each main switching device;
- components connected to one side of a main switching device, for example, feeder circuit;
- components connected to the other side of the main switching device, for example, busbars; where more than one set of busbars is provided, each set is in a separate compartment.

NOTE 2 Metal-enclosed switchgear having metal partitions and meeting all the requirements of NOTE 1 may utilise an insulating shutter barrier as a part of a shutter arrangement, the combination of which provides the degree of protection included in Table 1 of IEC 61992-6 (or higher) and satisfies the requirements of the standard for partitions and shutters made of insulating material.

3.3.28.3

compartmented switchgear (with non-metallic partitions)

metal-enclosed switchgear in which components are arranged in separate compartments as for metal-clad switchgear, but with one or more non-metallic partitions providing the degree of protection (or higher) included in Table 1 of IEC 61992-6

NOTE Metal-enclosed switchgear in which the main circuit components are individually embedded in solid insulating material can be considered as an alternative, provided that the conditions specified in IEC 60466 are met.

3.3.28.4

cubicle switchgear

switchgear, other than metal-clad and compartmented switchgear

NOTE This term applies to switchgear having a metal enclosure and having

- a number of compartments fewer than required for metal-clad or compartmented switchgear, or
- partitions having a degree of protection lower than those indicated in Table 1 of IEC 61992-6, or
- no partitions.

3.3.29

degree of protection

degree of protection provided by an enclosure to protect persons against contact with or approach to live parts and against contact with moving parts inside the enclosure and to protect the equipment against ingress of solid bodies (see IEC 60529)

3.4 Terms relating to d.c. circuit-breakers, switch-disconnectors and associated relays

3.4.1

air d.c. circuit-breaker

d.c. circuit-breaker which exclusively operates by means of contacts which open and close in air at atmospheric pressure

3.4.3

semiconductor circuit-breaker

circuit-breaker designed to make and/or break the current in an electric circuit by means of the controlled conductivity of a semiconductor

NOTE There may be mechanical contacts associated with these semiconductor devices.

3.4.4

line circuit-breaker

L

circuit-breaker used to connect or disconnect a power line circuit to a d.c. source of supply. The power line circuit is that circuit which transmits the electrical energy to the electrical machines and traction equipment on the vehicles. These circuit-breakers are fitted with electrical protection and tripping devices. Line circuit-breakers are used to disconnect the track line from the energised busbar

NOTE Line circuit-breakers are always trip-free circuit-breakers (see 3.4.11).

3.4.5

rectifier circuit-breaker

R

circuit-breaker that connects the output of the rectifier to the energised busbar of the switchboard

NOTE 1 Rectifier circuit-breakers are fitted with a reverse series trip device to disconnect the rectifier from the d.c. busbar in the event of a rectifier fault. These circuit-breakers are unidirectional in operation and they have a short-time rating in the forward direction.

NOTE 2 The terms "forward" and "reverse" relate to the normal flow of energy.

3.4.6

interconnecting circuit-breaker

I

circuit-breaker used to couple or uncouple different portions of the contact line network

NOTE These circuit-breakers are sometimes called bus-section or section circuit-breakers.

3.4.7 Current limiting circuit-breakers

3.4.7.1 high speed current limiting circuit-breaker

H

circuit-breaker with a break time sufficiently short to prevent the short-circuit current reaching the peak value it would have attained without interruption

3.4.7.2 very high-speed current-limiting circuit-breaker

V

circuit-breaker in which the opening time is shorter than that of type H. Detailed characteristics are defined in item b) of 5.2 of IEC 61992-2

3.4.7.3 cut-off current limiting circuit-breaker

C

circuit-breaker which operates in order to limit the cut-off current within a specified value

Note 1 to entry: Detailed characteristics are defined in item b) of 5.2 of IEC 61992-2, A1:2014.

3.4.8 semi-high speed circuit-breaker

S

circuit-breaker in which interruption of the current is ensured, but no current limitation may take place

3.4.9 circuit-breaker or switch-disconnector with lock-out preventing closing

switching device in which the closing of the main contacts in the main circuit is prevented when the closing command is given and/or maintained and at the same time conditions (for example, control signals from overload or short-circuit electrical protection) which require the circuit-breaker to open are present

3.4.10 tripping (operation)

opening operation of a switching device initiated by a relay or release

3.4.11 trip-free circuit-breaker

circuit-breaker in which the moving contacts return to and remain in the open position when the tripping operation is initiated after the initiation of the closing operation, even if the closing command is maintained

NOTE To ensure proper breaking of the current which may have been established, it may be necessary that the contacts momentarily reach the closed position.

3.4.12 release (of a mechanical switching device)

device, mechanically connected to a mechanical switching device, which releases the holding means and permits the opening or closing of the switching device

NOTE 1 The term "release" refers here to any device, with mechanical action, used for a tripping operation, when the specified conditions are met in the input electrical circuits of the device.

NOTE 2 A circuit-breaker can have several releases, each becoming operational according to specified conditions.

NOTE 3 A release can be made up of mechanical, electromagnetic or electronics parts.

3.4.13

relay (of a mechanical switching device)

device, electrically connected to a release fitted on the operating mechanism of a switching device, which permits the operation of the switching device

NOTE 1 The term “relay” refers here to any device, with electrical action, used for actuating a tripping operation, when the specified conditions are met in the input electrical circuits of the device.

NOTE 2 A circuit-breaker can have several relays, each becoming operational according to specified conditions.

NOTE 3 A relay can be made up of electromagnetic or electronics parts.

3.4.14

overcurrent relay or overcurrent release

relay or release which causes a mechanical switching device to open with or without time delay when the current in the relay or release exceeds a predetermined value

3.4.14.1

direct overcurrent relay or direct overcurrent release

overcurrent relay or release directly energised by the current in the main circuit of a switching device

3.4.14.2

indirect overcurrent relay or indirect overcurrent release

overcurrent relay or release energised by the current in the main circuit of a switching device through a shunt or a sensor

3.4.15

series overcurrent relay or series overcurrent release

relay or release designed as part of the main circuit of the circuit-breaker

NOTE The opening operation of the circuit-breaker can be otherwise caused by other relays or releases specific to the traction equipment (differential relays, thermal relays, etc.).

3.4.16

instantaneous relay or instantaneous release

relay or release which operates without an intentional delay

3.4.17

release auxiliary switch

auxiliary switch operated by the relay or release to indicate of their operation under fault conditions. Such an auxiliary switch may have a time delay reset

3.4.18

shunt relay or shunt release

relay or release fed by an independent voltage source

3.4.19

undervoltage relay or undervoltage release

relay or release which causes opening of the switching device when the voltage appearing at switching device terminals falls below a selected value

3.4.20

current setting (of a series overcurrent relay or release)

value of the current of the main circuit to which the operating characteristic of the relay or release relate and for which the relay and release are adjusted

NOTE A relay or release may have more than one current setting.

3.4.21

current setting range (of a series overcurrent relay or release)

range limited by minimum and maximum values between which the value of the current setting of the relay or release can be selected

3.4.22

anti pumping device

device which prevents reclosing after a close-open operation as long as the device initiating closing is maintained in the position of closing

3.4.23

Breaking characteristics

3.4.23.1

opening time

t_i

interval of time between the specified instant of initiation of the opening operation and the instant when all contacts have separated in the main circuit.

The opening of a circuit-breaker may be caused by a series in-built overcurrent relay (or release) (see 3.4.23.3) or by a different device (see 3.4.23.4)

3.4.23.2

overcurrent opening time

opening time for an overcurrent relay or release

3.4.23.3

opening time with command from the series overcurrent relay (or series overcurrent release)

interval of time between the instant when the current in the main circuit reaches the value of the current setting (of the relay or of the release) and the instant of separation of all contacts

3.4.23.4

opening time controlled by a device other than an overcurrent relay (or overcurrent release)

interval of time between the instant of the initiation of the variation in the control energy (by emission or by loss of energy) causing initiation of the opening operation and the instant of separation of all contacts

3.4.23.5

arcing time

t_a

interval of time between the instant of the initiation of the arc and the instant of final arc extinction

3.4.23.6

total break time

t_b

interval of time between the beginning of the opening time and the current extinction

$$t_b = t_i + t_a$$

3.4.23.7

Joule integral

I^2t

integral of the square of the current in a circuit-breaker during the breaking process, over the total break time

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

where

t_0 is the beginning of the opening time,

t_1 is the final time of current extinction.

Joule integral may be also considered for the arcing time only.

3.4.23.8

characteristic I^2t of a circuit-breaker

information (generally a curve) giving the values of I^2t (corresponding to the total break-time) as a function of the prospective current (at the corresponding voltage, for specified conditions of the current setting of the relay or release) and the time constant of the test circuit

3.4.23.9

total break time – current characteristic

curve giving the break time as a function of the prospective current for specified conditions as the current setting of the relay or release, and the time constant of the test circuit

3.4.23.10

cut off (current) characteristic

curve giving the cut off current as a function of the prospective current for specified conditions as the current setting of the release, and the time constant of the test circuit

3.4.24

hybrid d.c. circuit breaker

circuit breaker consisting of a mechanical switching element for current conduction and a parallel electronic quenching circuit for current breaking

4 Service conditions and requirements

4.1 Environmental conditions

Environmental conditions for indoor equipment are specified in Annex B.

Equipment suitable to be installed under normal conditions as specified in Annex B, does not require special prescriptions in the tendering or ordering stage.

Conditions of service where one or more of the normal conditions are exceeded are to be considered as abnormal conditions of service. In all such cases, additional requirements for the equipment shall be agreed between purchaser and supplier.

Where conditions of service are abnormal, particular tests or particular features in the tests either indicated in the standards or, if not indicated, agreed upon between purchaser and supplier may prove the suitability of the equipment to be used in the stated abnormal conditions.

4.2 Insulation levels

The enquiry and the order, as well as the nameplate, shall indicate (in the ways indicated in the appropriate parts of the IEC 61992 series) the applicable rated insulation voltage and the rated impulse level.

Insulation levels and clearances are given in Table 1.

Recommended values for creepage distances are given in Annex D.

Switching surges are taken into consideration for specific pieces of equipment, and are mentioned in the appropriate parts of this standard. Unless otherwise indicated, the voltage level to be considered for switching surges is the same as stated for the lightning impulse surges.

Inside the apparatus under consideration and between the apparatus itself and its earthed metallic enclosure or its enclosure made of suitable insulating material, lower distances than the minimum values prescribed in Table 1 are acceptable. Then suitable type tests shall show that no discharge occurs and that the given insulation and clearances are sufficient in the ambient conditions actually occurring or likely to occur during normal service operation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

Table 1 – Insulation levels

U_n	U_{Ne}	U_{Nm}	OV	U_{Ni}		U_a		Clearance indoor		Clearance outdoor	
				A	B	A	B	A	B	A'	B'
kV	kV	kV		kV	kV	kV	kV	mm	mm	mm	mm
0,6	0,72	0,9	3	6	7,2	2,8	3,4	10	12	18	22
			4	8	9,6	3,6	4,3	14	17	21	25
0,75	0,9	1,2	3	8	9,6	3,6	4,3	14	17	21	25
			4	12	14,4	5,5	6,6	22	26	27	32
0,75	0,9	1,8	3	10	12	4,6	5,5	18	22	23	28
			4	15	18	6,9	8,3	27	32	33	40
1,5	1,8	2,3	3	12	14,4	5,5	6,6	22	26	27	32
			4	18	21,6	8,3	10	32	38	39	47
1,5	1,8	3	3	15	18	6,9	8,3	27	32	33	40
			4	20	24	9,2	11	36	43	43	52
3	3,6	3,6	3	25	30	11,5	13,8	45	54	53	64
			4	30	36	14	16,8	54	65	63	76
3	3,6	4,8	3	30	36	14	16,8	54	65	63	76
			4	40	48	18,5	22,2	72	86	82	98
3	4,8	6,5	3	40	48	18,5	22,2	72	86	82	98
			4	50	60	23	27,6	91	109	101	121
Column U_n = nominal voltage U_{Ne} = rated voltage U_{Nm} = rated insulation voltage U_{Ni} = rated impulse voltage U_a = power frequency withstand voltage level			Origin of values (IEC 60850) (EN 50124-1, A.2) A (EN 50124-1, A.2) B $\equiv$ A $\times$ 1,2 A (EN 50124-1, B.1) B $\equiv$ A $\times$ 1,2		A : to earth and between phases – indoor. B : across an isolating distance if applicable – indoor. A' and B' as A and B but outdoor.						
Clearances for A and A' conditions are taken from EN 50124-1, Table A.3 considering PD4 as recommended value for indoor equipment, and PD4A as recommended value for outdoor equipment. For B and B' the values are obtained from A and A' respectively, multiplied by 1,2.											
NOTE 1 For values up to U_{Nm} = 2,3 kV, OV3 category is considered adequate and is internationally recognised. For outdoor situations with the equipment connected to contact line, differing from tunnels and urban transport systems, the use of OV4 may be advisable.											
NOTE 2 For values of U_{Nm} above 2,3 kV, OV4 category is recommended in all cases except for protected situations, such as tunnels and urban transportation systems, where OV3 may be agreed between purchaser and supplier.											
NOTE 3 When more than one line is shown for a given U_n , the lower levels are preferred particularly for third/fourth rail and light rail systems.											
NOTE 4 The impulse voltages are given for reference only; the test should be carried out only when specified in the appropriate equipment standard (for all equipment except that covered in IEC 61992-5, the test is required for rated insulation voltages above 2 500 V).											

5 Standard features and conventional assumptions

5.1 Standard features and conventional parameters for the main circuit

5.1.1 General assumptions for main parameters

5.1.1.1 Ripple factor

The maximum ripple factor of the d.c. current shall be that obtained by full-wave three-phase a.c. rectifier.

Where the peak ripple factor is higher, the supplier shall be informed in the tender documents.

NOTE Voltage values are mean values of the actual voltage, taking into account ripples in wave-shape.

5.1.1.2 Peak of the short-circuit current

The peak of the short-circuit current value is conventionally assumed to be 1,42 times the prospective sustained short-circuit current for a fault of negligible impedance at the input or output terminals of the switchboard, as specified. As the distance from the switchboard to any fault increases, so this value decreases.

NOTE 1 The theoretical value of 1,66 times the steady-state value is never seen in practice, and the calculation factor 1,42 used in this standard is supported by test evidence.

NOTE 2 The value of I_{ss} may have to be adjusted to achieve the required peak value.

5.1.1.3 Maximum circuit-energy short-circuit

As the distance from the substation increases, the circuit time constant (ratio inductance over resistance) gradually changes from that of the source to that of the track. When the circuit gives a time constant approximately midway between the two values, it is then nearly at the position at which the maximum circuit energy occurs. A theoretical indication in this respect is given in Annex E.

For practical purposes, this is taken to be a position at which the short-circuit current I_{ss} and the circuit time constant t_c assume the values given in Table 2.

Table 2 – Test circuit parameters for maximum circuit energy

T_{Nc}	t_c	I_{ss}
ms		
≥ 63	$0,5 T_{Nc}$	$0,5 I_{Nss}$
31,5	$0,65 T_{Nc}$	$0,65 I_{Nss}$
16	$0,8 T_{Nc}$	$0,8 I_{Nss}$

If a high value smoothing reactor is used, the maximum energy fault may occur at the station outlet.

5.1.1.4 Distant fault short circuit

For simulating distant fault short-circuit condition during tests, the value of current given to this circuit is conventionally twice the full load current of the line circuit-breaker, i.e. $2 \times I_{Ne}$.

Since the circuit impedance is comprised mainly of the track itself, then the circuit time constant is taken to be the rated track time constant T_{Nc} .

5.1.2 Standard short-circuit stresses

5.1.2.1 General

The figures given in 5.1.2.2 and 5.1.2.3 for the rated short-circuit current and for the rated track time constant are given as preferred values in order to standardise the features of the equipment. Whenever possible, the values adopted should be the preferred values just greater than the calculated values for a given circuit.

5.1.2.2 Standard rated short-circuit currents (I_{Nss})

The following values are preferred values (in kA):

31,5 40 50 63 75 ¹ 80 100 125

NOTE Up to 100 kA for $U_n = 1,5$ kV and up to 63 kA for $U_n = 3$ kV.

5.1.2.3 Standard rated track time constant (T_{Nc})

The following values are preferred values (in ms):

16 31,5 63 80 100 125 160 200

5.1.3 Standard voltages for the main circuit

Standard values for the nominal voltage U_n are listed in IEC 60850. The corresponding values of U_{Nm} in Table 1 shall be higher than U_{max1} of IEC 60850.

The value of U_{max2} specified in IEC 60850 is limited to 300 s and shall be taken into consideration, when likely to occur so as not to cause damage in the insulation, flashover or dangerous temperature-rises.

5.1.4 Standard rated service currents for the main circuit (I_{Ne})

The following values are preferred values (in A):

400 630 1 000 1 600 2 000 2 500 3 000 4 000 5 000 6 000 8 000

5.2 Standard features for auxiliary and control circuits

For auxiliary and control circuits independent of the main circuits, the voltages given in Table 3 are preferred:

Table 3 – Preferred voltages for auxiliary and control circuits [V]

AC	24	48	-	100	110	127	200	230/400	-
DC	24	48	60	100	110	125	-	220	440

For the other equipment (for example, coils), the allowable range of the voltage shall be within 85 % and 110 % of their rated supply voltage, unless otherwise specified by the purchaser.

¹ This value is already in use in some countries and can continue to be used. The preferred value for new installations elsewhere is the value 80 kA.

All auxiliary circuits operating at voltages above 500 V shall be protected by fuses according to IEC 60269-1 or by other means giving equivalent performance.

NOTE It is recommended that all monitoring relays, manufactured in accordance with their specific standards, are of the plug-in type and are provided with a locking device to prevent accidental movement of the withdrawable portion, and, when applicable, with a transparent non-flammable cover, unless fitted with a position indicating device.

6 Temperature-rise limits

The temperature-rises of the various items of equipment measured during the tests performed in accordance with Clause 7 and with the detailed prescriptions, if any, of the other parts of this standard shall not exceed the limits given in Tables 4 and 5.

In cases where the maximum ambient temperature is always below 40 °C, an increase in these limiting values may be accepted by agreement between purchaser and supplier. For abnormal site conditions, with a maximum ambient temperature exceeding 40 °C, the temperature-rises shall be reduced by the difference between the stipulated maximum ambient temperature and 40 °C. Moreover, care shall be taken that the heat released by an individual equipment does not influence the correct cooling of adjacent equipment or does not heat by conductivity such equipment.

Table 4 – Temperature-rise limits for insulated coils

Insulation class	Temperature-rise limits measured by resistance variation
	K ^a
105 (A)	65
120 (E)	80
130 (B)	90
155 (F)	115
180 (H)	140
^a If measurement by resistance variation cannot be applied, then other methods are permissible. In this case, the measurement of temperature shall be carried out by thermometer or other suitable methods.	

Table 5 – Temperature-rise limits for various components

Component	Temperature-rise limits measured by thermometer	
	K	
Bare wire coils	105	Note 1
Contacts in air:		
– pure Cu in spring form	35	
– brass or bronze in spring form	65	
– pure Cu or Cu-alloy not in spring form	75	
– plate of solid Ag	100	
– other metals or sintered metals		Note 2
Terminals for insulation to external connections	70	Note 3
Flexible connections in air	90	
NOTE 1 Provided that this value has no adverse effect on the satisfactory operation of adjacent parts.		
NOTE 2 To be determined by the quality of the metals employed and limited by the obligation of not causing damage to themselves and to neighbouring parts.		
NOTE 3 The 70 K temperature-rise limit is a value based upon a conventional test dealt with in other parts of the IEC 61992 series. A material used or tested in conditions corresponding to those of the actual installation may have connections, the type, nature and arrangement of which differ from those adopted for the test. The resulting terminal temperature-rise limit may be different and should be agreed upon between purchaser and supplier.		

During tests on equipment, no correction shall be made to the temperature-rises observed if the ambient temperature during test is between 10 °C and 40 °C. Outside these limits, the correction to be applied to the temperature-rises observed shall be agreed between purchaser and supplier.

A temperature exceeding by more than 15 % the temperature-rises shown in Tables 4 and 5 is considered a hazardous temperature, unless otherwise agreed.

7 Tests

7.1 General

Type and routine (acceptance) tests applicable to a specific type of equipment, as well as details on testing procedures, are listed in the appropriate part of this standard.

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

The unit, unless otherwise required in the appropriate part of this standard, shall be tested as a complete assembly, either in its individual enclosure or in an enclosure simulating that enclosure or intended application.

The classification of the tests and the general procedures to be followed for carrying out the tests are covered by specific product standards.

NOTE 1 This standard sets out those test requirements which are common to most equipment listed in the scope.

NOTE 2 For procedural matters not covered in either this standard or in other parts of this series, reference may be made to EN or IEC publications covering similar equipment.

NOTE 3 Investigation tests are admitted and mentioned in other parts of the IEC 61992 series. They may be performed by initiative of the manufacturer or by agreement between purchaser and supplier to acquire experience either on test procedures or on possible new techniques, thus studying possible future applications of the equipment. It is understood that the results of investigation tests are not to be taken as influencing the acceptability of the material.

7.2 Test tolerances

Test tolerances shall be within the tolerances indicated in Table 6, unless otherwise indicated in the appropriate part of this standard.

Table 6 – Test tolerances

Quantity	Tolerance %
Current	+10 0
Voltage	+10 0
Frequency (if applicable)	+5 –5
Time constant	+30 0

7.3 Tests on movable devices

7.3.1 Mechanical operation test

The mechanical operation test applies to all equipment having moving parts. They are usually routine tests and are performed under normal conditions of the test laboratory. Equipment which is intended and designed for operation in ambient temperatures below –5 °C, will require additional tests that should be agreed between purchaser and supplier at the ordering stage.

This test shall be carried out without current in the main circuit.

The test consists of carrying out a limited number of operations (as strictly necessary for carrying out the checks mentioned in product standards), with the control circuits supplied at their rated voltage, as measured at the input terminals to that control circuit.

All resistances and impedances which are part of the control circuits shall be connected. However no additional impedances shall be connected between the supply source and the control circuit terminals.

This test is intended to prove the correct operation of the device and that it complies with the operating conditions specified within the maximum and minimum limits required for the opening and closing control devices.

The type test for abnormal environmental conditions, if required, shall be performed at both the lowest and the highest ambient temperatures for the service conditions specified. This test may be repeated immediately after the tests under 7.4.

This test ensures that the operation of the equipment is satisfactory when carried out under the most unfavourable combination of voltage and temperature obtainable within the specified limits.

The operating mechanism shall be actuated as far as possible as in normal operating conditions.

7.3.2 Electrical endurance test

The electrical endurance test is a type test carried out in laboratory conditions. It shall be carried out on switching devices and associated equipment.

The test shall consist of carrying out a set number of operating cycles, as specified in the appropriate product standard.

The test shall be made at the rated supply voltage of the control circuit. The unit shall be operated in such a way that it breaks its rated service current I_{Ne} (or, if agreed between purchaser and supplier, its conventional thermal current, I_{th} or I_{the}), at its rated service voltage U_{Ne} in a circuit having a time constant t_c equal to 0,01 s.

The operating mechanism shall be actuated as far as possible as in normal operating conditions.

The unit need only be closed for a sufficient time to ensure that it is fully closed mechanically and the transient currents from making have disappeared and that the breaking current value is established.

All resistances and impedances which are part of the control circuits shall be connected. However, no additional impedances shall be connected between the supply source and the input terminals of the control circuit on the switching device.

The unit shall be deemed to have passed the test, if, after the test, it is in a position to withstand:

- its rated service current I_{Ne} , after any necessary adjustment and maintenance of the contacts, without exceeding the temperature-rises in Clause 6, when tested in accordance with 7.4. The temperature-rise test is required only when the resistance of the main circuit (without maintenance) has increased by more than 50 % of the value before test. A small number of no-load operations are allowed in an endeavour to bring the resistance down below this figure; if the test has to be performed, then an additional 10 K temperature-rise is allowed on the contacts,
- an a.c. voltage equal to two times the rated voltage U_{Ne} applied
 - between its main circuit and earth,
 - between the main contacts in the open position.

The unit shall be deemed to have passed the test, if after the test, it can be operated normally and meets the withstand requirements specified above.

7.3.3 Mechanical endurance test

The mechanical endurance test is a type test and is carried out in laboratory conditions.

The test shall consist of operating the switching device and associated mechanical equipment for the number of operating cycles in succession, as specified in the appropriate product standard. The supply voltage to the control circuits shall be within the limits set out in 5.2.

All resistances and impedances which are part of the control circuits shall be connected. However no additional impedances shall be connected between the supply source and the input terminals of the control circuit on the switching device.

The operating mechanism shall be actuated as far as possible as in normal operating conditions.

The device under test shall be deemed to have passed this test if, after this test, it is capable of being operated normally as specified in the appropriate product standard.

7.4 Temperature-rise test

7.4.1 General

The temperature-rise test is a type test and is carried out with the test object installed in the laboratory to reproduce as far as possible the final installation conditions.

Coils and resistors shall be supplied at their rated maximum control voltage (see 5.2) or $U_{\max}$, if applicable (see 3.2.1.2.1). AC circuits shall be supplied at rated frequency.

Contacts, leads and other conductive parts shall be able to carry their rated service current (see 3.2.5) (thermal current with or without enclosure for switching devices).

The temperature-rise above ambient temperature shall be taken when temperature readings have reached a steady state. Variations of less than 1 K/h, with a maximum test duration of 8 h, shall be considered conditions fulfilling the required steady-state conditions. For coils and resistors of auxiliary or control circuits which are normally energised for short periods, in the order of up to three times their time constant, followed by long periods of inactivity, need not be energised for this test.

7.4.2 Ambient temperature

The ambient air temperature shall be measured during the final quarter of the test period, by means of at least two thermometers or thermo-elements, placed regularly around the equipment, at half height and at a distance of about 1 m from the equipment. The thermometers or thermo-elements shall be protected from air currents and radiated heat, and care shall be taken to avoid indication errors due to rapid temperature changes.

7.4.3 Temperature-rise test of the main circuit

Equipment with an integral enclosure shall be tested in the enclosure.

The dimensions of the test conductors shall be recorded in the test report.

Where copper cables are used, the following current densities are recommended:

- for I_{Ne} up to 3 000 A: 1,5 A/mm²;
- for I_{Ne} from 3 000 A up to 6 500 A: 1,3 A/mm²;
- for I_{Ne} from 6 500 A up to 10 000 A: 1,1 A/mm².

Where copper bars are used, values should be as given in Table 7.

For tests on outdoor equipment, where temperature-rise limits are 30 K less than the values specified in Clause 6, the current density of cables and dimensions of copper bars are different from those specified in Table 7. The recommended sizes are listed in IEC 61992-4.

Table 7 – Recommended quantities and dimensions of copper bars

I_{Ne}	Copper bars	
A	Quantity	Section mm × mm
630 to 800	2	50 × 5
801 to 1 000	2	60 × 5
1 001 to 1 250	2	80 × 5
1 251 to 1 600	2	100 × 5
1 601 to 2 000	3	100 × 5
2 001 to 2 500	4	100 × 5
2 501 to 3 150	3	100 × 10
3 151 to 4 000	4	100 × 10
4 001 to 5 000	5	100 × 10
5 001 to 6 300	6	100 × 10
6 301 to 8 000	4	160 × 10

Copper bars should be preferably arranged in such a manner that the longer dimension of the cross-section is vertically oriented.

The temperature-rise test of the main circuit shall be carried out at its rated service current I_{Ne} , followed by the stipulated overloads or at its conventional thermal current I_{th} or I_{the} . The choice between these current values is left to agreement between purchaser and supplier.

Temporary connections to the main circuit shall be made so that no significant heat quantity is removed from or supplied to the main circuit during the test. The temperature-rise is measured across the main circuit terminals and across the temporary connections, 1 m away from the terminals. The temperature-rise difference shall not exceed 5 K.

7.4.4 Temperature-rise test for auxiliary and control circuits

The devices which are intended to operate continuously shall be tested as detailed in 7.4.3. Those circuits which are energised during closing and/or opening operations only shall be energised 10 times in sequence, each duration corresponding to that occurring during service, with a time interval between successive energisations not exceeding 5 s.

7.4.5 Measurement of the temperatures of all components

For live parts other than coils, the temperature of the different devices shall be measured by suitable means such as thermo-elements, located as near as possible to the accessible hottest spot for contacts; for conductors and joints, the thermo-elements shall be located as near as possible to adjacent insulation.

Good thermal conductivity shall be assured between the thermo-element and the surface of the tested part.

For coils connected in parallel, the resistance-variation method shall be applied. Other methods are admitted only when it is impossible to use such resistance-variation method. The coil temperature, as measured before the temperature test by means of a thermo-element, shall not differ from ambient temperature by more than 3 K.

7.5 Dielectric tests

7.5.1 Impulse withstand voltage test

The impulse withstand voltage test shall be carried out (as a type test or an investigation test) only when specified in the appropriate part of this standard for the particular product.

Unless otherwise specified in the appropriate part of the IEC 61992 series, the test shall consist of the application between the live parts of the main circuit and all other conductive parts connected to earth, of three positive pulses with 1,2/50 waves, followed by three negative pulses with the same wave-shape. The peak value of the pulses U_{Ni} shall be chosen in accordance with Table 1.

Switching devices may have to be submitted (according to their duty, as specified for individual equipment type) to the same test for a second time, but in the open position by impulsing the line-side parts of the main circuit, connecting all the remaining conductive parts to earth.

The product is deemed to have passed the tests if no flashover occurs.

NOTE The test with surge (long) waves is considered to be an investigation test.

7.5.2 Power-frequency voltage withstand test

The power frequency voltage test is generally a routine test. It shall be carried out using a test voltage in the range of frequency between 45 Hz and 62 Hz of approximately sinusoidal form (see IEC 60060-1 and EN 50124-1, Annex B).

The test voltage U_a corresponding to the insulation voltage level is given in Table 1 and is applied for 60 s as follows:

- for switching devices both within the main circuit (in the closed position) and all the remaining conductive parts connected to earth, and (in the open position) between contacts, one contact and all the remaining conductive parts being connected to earth.
- for all other equipment (except surge arresters, which have different requirements) between the live parts and earth.

Equipment intended to be installed indoors shall be tested in dry conditions; equipment intended to be installed outdoors shall be tested in wet conditions as a type test and in dry conditions as a routine test.

The power frequency voltage test value for auxiliary and control circuits shall be 2 000 V. Lower test voltages may be agreed between purchaser and supplier.

NOTE The test procedures are subject to agreement between purchaser and supplier, but IEC 60507 may be used as guidance.

7.6 Short-circuit and load-switching conditions

7.6.1 Test circuit for short-circuit and load-switching conditions

A typical diagram of the test circuit is shown in Figure A.1 with typical calibration and characteristics shown in Figure A.2.

The supply source S feeds a circuit comprising adjustable resistors R, adjustable reactors L and the test object A.

If the supply source is not a generator, then the minimum converter pulse number shall be 6 with a minimum supply frequency of 50 Hz.

For test duties simulating substation faults, the test circuit shall produce a peak current with the characteristic illustrated as calibration 1 in Figure A.2.

Reactors L shall be core-less and shall be connected in series with resistors R and their value shall be obtained by adding in series elementary reactors; coupling in parallel is admissible only when these reactors have practically the same time constant.

For test duties away from the substation or for load/overload current switching, the test circuit shall produce an exponential wave form with the characteristics illustrated as calibration 2 in Figure A.2, at the specified time constant. L and R should be added to the load side terminal of the switching device. This is not always possible in a testing station and usually some circuit adjustment is made on the a.c. side. This is acceptable provided that not less than 80 % of the impedance is on the load side.

Any test circuit differing from the above-mentioned arrangement shall be recorded in the report.

All those parts of the test object which are normally connected to earth, including the enclosure or the screens, shall be insulated from earth and connected through a device D to the conductor of the opposite polarity to that in which the test object is connected as illustrated in Figure A.1.

The device D shall include a fuse, which consists of a copper wire 50 mm in length and with a diameter of 0,8 mm or a similar fuse wire detecting the fault current. It shall include a resistor to limit the fault current to not less than 1,5 kA.

NOTE A copper wire with 0,8 mm diameter melts at a d.c. current of 1 500 A in a time of 0,01 s.

The prospective sustained fault current is the fault current to this value.

7.6.2 Details for the conduct of the test

The unit shall break the test current with no re-ignitions after current zero. There shall be no flashover between poles and no current shall operate device D.

The unit shall remain in a condition that allows its continued mechanical operation; any burning of the contacts shall not prevent the unit from opening normally.

7.6.3 Conditions of the unit after the test

After the test has been performed, no functional breakages shall occur.

Immediately after the test, check that the unit satisfactorily closes and opens during a no-load cycle.

After the test and before making any preliminary maintenance, the unit shall be capable of withstanding an a.c. r.m.s. voltage value equal to double the rated voltage U_{Ne} for 60 s. Alternatively, for switch-disconnectors only, the purchaser may require a check that the leakage currents are not higher than 2 mA, at 1,1 U_{Ne} by the application of a d.c. supply for 60 s. The leakage current shall be measured across each open contact and between each terminal and the frame.

The measurement of the resistance of the main circuit, taken after the test and compared with that taken before the test, shall show no great deviation (i.e. increase of not more than 50 %).

If the measurement of the resistance of the main circuit shows an increase of more than 50 % of the value before the test, a small number of no-load operations may be made in an endeavour to bring the resistance down below this figure; if not the temperature-rise test shall be repeated to prove that the unit passed the test; in such a case an additional 10 K temperature-rise is allowed on the contacts.

7.7 Verification of the behaviour during short-time withstand current test

7.7.1 Test and test values

The test shall be performed at the rated voltage U_{Ne} , with the circuit calibrated in accordance with 7.6.1. These test values are then the values of the prospective current which shall be maintained for 0,25 s and shall show at least the sustained value of I_{Ncw} and a peak value of $1,42 \times I_{Ncw}$. The test shall be repeated on the unit to be tested.

The test may be performed at a lower d.c. voltage value or as a two-part a.c. test. In these cases, no prospective test is involved and the test values required are those actually seen during the test.

The a.c. test is split into two parts: the first is effected using an a.c. current having a asymmetrical peak value of $1,42 \times I_{Ncw}$, applied for a loop time of not less than 15 ms; the second is with a reduced a.c. r.m.s. current applied for a longer time (not exceeding 3 s) to keep the Joule integral $I^2t = I_{Ncw}^2 \times 0,25$.

NOTE The value of I_{ss} may have to be adjusted to achieve the required peak value.

7.7.2 Test conditions

The test shall be performed with all switching devices in the test circuit in the closed position and at ambient temperature.

7.7.3 Details for the conduct of the test

The details for conducting the test shall be as specified in 7.6.2 (where applicable).

No break operation shall occur and all switching devices in the test circuit shall remain closed.

7.7.4 Conditions of the unit after the test

After the test, the mechanical parts and the insulation parts of the unit shall not show significant deterioration.

The unit shall conform to 7.6.3 (where applicable).

7.8 Verification of the manual control device for sturdiness and position indicator reliability

7.8.1 Condition of the tested devices

The devices shall be installed in the same manner as for normal operation. First of all, the force F necessary to achieve opening is measured. For rotary actuating devices, the force is applied at the extreme point of the actuator.

If, for convenience of testing, the point of application of the force is closer to the rotation axis, the force value found at this point is selected as the opening force F .

7.8.2 Operating mode

The unit shall be closed. Those fixed and moving contact parts of the pole for which the test is deemed to be the most severe, shall be maintained in contact by appropriate means. Then the actuator shall be submitted to the appropriate limit value of stress specified in Table 8. This stress shall be applied without any impulse and maintained for 10 s.

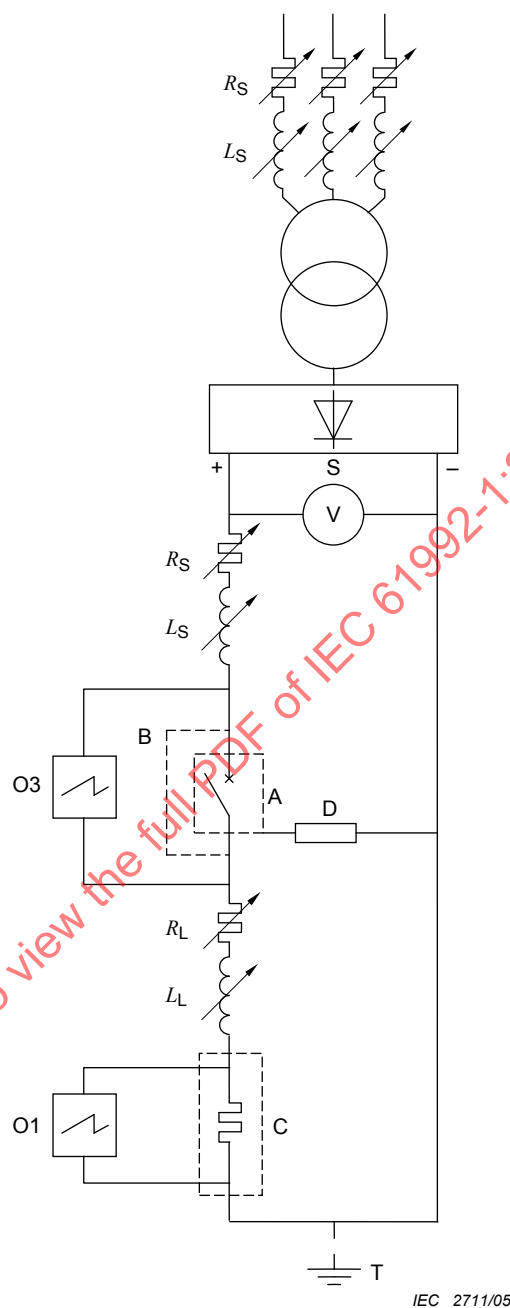
7.8.3 Conditions of the unit after the test

After the test and after the suppression of the stress on the actuating element, no part of the actuator or of the position indicator shall be damaged.

Table 8 – Values of forces or torques for the tests

N°	Type of motion	Example	Specified stress		
			Normal value	Limit value	
				Minimum	Maximum
1	Translation with one or two fingers	Push-button	$3 F$	50 N	
2	Full hand translation	Side lever	$3 F$	100 N	500 N
3	Full hand traction	Side lever	$3 C/D$	150 N	650 N
4	Rotation with fingers – Diameter < 25 mm – Diameter $\geq$ 25 mm	Knurled knob	$3 C/D$ $3 C/D$	25 N 50 N	
5	Rotation with lateral hold	Arrow knob	$3 C/L$	50 N	
6	Rotation with full hand hold	Bascule	$3 C$	5 Nm	
7	Rotation with lever and one hand	Latch	$3 F$	100 N	500 N
8	Rotation by symmetrical element with both hands	Wheel or lever	$3 F$	150 N	650 N
Key C torque necessary to achieve normal opening D diameter of the actuator F force necessary to achieve normal opening orthogonally applied to the axis of the control element L length of the actuator NOTE If $3 F$ (or $3 C$) or $3 C/L$ is less than the minimum value in the table, the test is performed with this minimum value. If $3 F$ (or $3 C$) or $3 C/D$ or $3 C/L$ is higher than the maximum value in the table, the test is performed with this maximum value.					

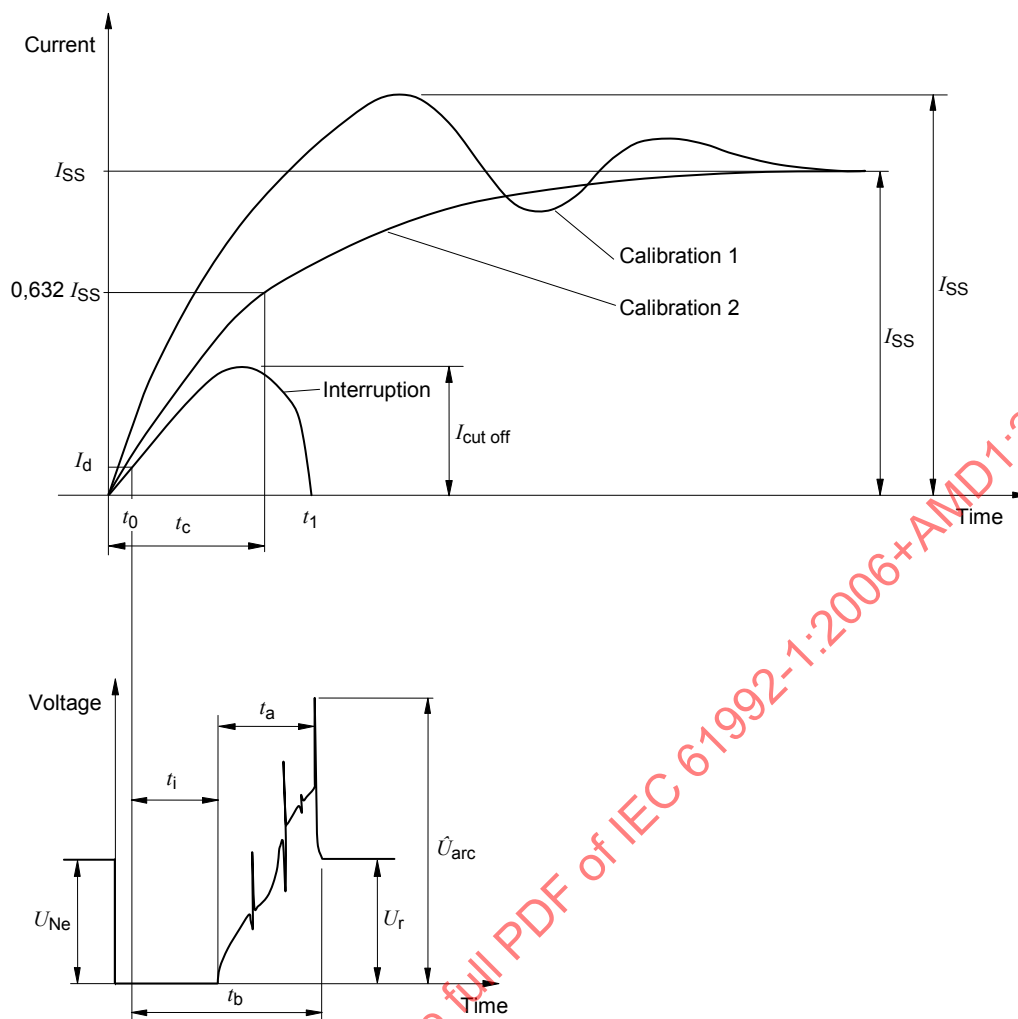
Annex A (normative) Diagrams for tests



Key

V	Supply voltage measurement	B	Provisional connection for calibration
S	Supply	O1	Oscillograph for the current
R_S	Adjustable resistor supply	O3	Oscillograph for the arc voltage and recovery voltage
L_S	Adjustable reactance supply	D	Frame fault current detection device
R_L	Adjustable resistor load	T	Earth connection, if made
L_L	Adjustable reactance load	C	Current sensor
A	Equipment under test		

Figure A.1 – Diagram of the test circuit for checking the making and breaking capacities in short-circuit and load/overload switching conditions



IEC 2712/05

Key

$I_{cut\ off}$	Cut off current (3.2.12)	t_c	Time constant of the circuit (3.2.13)
I_d	Setting of maximum current release (3.4.21)	U_r	Recovery voltage (3.2.1.9)
$\hat{I}_{SS}$	Peak of I_{SS} (3.2.11)	U_{Ne}	Rated voltage (3.2.1.4)
I_{SS}	Prospective sustained short-circuit current (3.2.9)	$\hat{U}_{arc}$	Maximum arc voltage (3.2.1.10)
t_a	Arcing time (3.4.23.5)	t_0	Beginning of opening time (3.4.23.7)
t_b	Total break time (3.4.23.6)	t_1	Time of current extinction (3.4.23.7)
t_i	Opening time (3.4.23.1)		

Figure A.2 – Typical calibrations and interruption under short-circuit and load/overload switching conditions
(two different cases of calibration are represented) (see 7.6)

Annex B (normative)

Environmental conditions for indoor installations

B.1 General

These environmental conditions are based on IEC 60721 series.

The environmental conditions considered as normal in service are indicated as well as possible abnormal conditions which are commonly met in given geographic or location conditions.

These conditions apply to indoor equipment, which represents the majority of the equipment concerned in this standard. For indoor conditions, the following conditions are intended: without pollution, with non-conductive dust, well protected without significant humidity and condensation.

However indications are given also for voltage levels and clearances in outdoor conditions which shall be specified by the purchaser. In any case, for outdoor switch-disconnectors and outdoor earthing switches, refer to IEC 60913; for arresters and voltage limiters installed outdoors, refer to IEC 60099-1 and IEC 60099-4, except for installation in lines where IEC 60913 applies.

B.2 Air pressure and altitude

The equipment shall be suitable for installation at an altitude (h) from –120 m to 1 400 m above sea level.

For installation at higher altitudes, the temperature-rise tests and dielectric tests, carried out at laboratories at lower levels, shall take into account a correction in the temperature-rises and dielectric test values to be agreed between purchaser and supplier.

B.3 Temperature

The indoor equipment shall be suitable for the following ambient temperatures:

$\Theta_{\min}$	Minimum ambient temperature during operation	–5 °C
Θ_{ts}	Minimum ambient temperature during transport and storage	–25 °C
Θ_{mxts}	Maximum ambient temperature during transport and storage	55 °C
Θ_d	Maximum daily average ambient temperature	35 °C
Θ_a	Absolute maximum ambient temperature	40 °C

Any condition differing from the above shall be specified.

B.4 Atmospheric conditions

Indoors, air shall be clean and its relative humidity shall be not more than 50 % RH at the maximum temperature of +40 °C. Relative humidity may be higher if the temperatures are lower, for example, 90 % RH at +20 °C. Allowance shall be made for slight condensation that might occur during variations of temperature.

In the case where different situations are likely to occur, these, which represent abnormal situations in indoor installations, shall be brought to the attention of the supplier.

100 % humidity may occur during start-up. This is an abnormal operation to be specified, and suitable provisions to avoid failures or incorrect operations shall be agreed between purchaser and supplier.

Outdoors, a dust deposit of low conductivity is foreseen, and the humidity due to rain, snow, ice and fog.

B.5 Ventilation

Ventilation in the spaces intended for installation of the equipment shall be capable of maintaining the temperature of the ambient air below the limits in Clause B.3.

B.6 Pollution

For indoor equipment, any pollution exceeding the statement in Clause B.1 and level 1 given in IEC 60721, shall be specified.

NOTE With reference to clearances, the appropriate pollution degree has been taken into account in the figures shown in Table 1. The same applies for the creepage distances shown in the Annex D.

Any deviation from these statements shall be specified and clearances/creepage distances shall be subject to agreement between purchaser and manufacturer.

B.7 Vibrations

The equipment shall be suitable for installation in the vicinity of a rail track on foundations designed so as to dampen the main effects of the passage of the trains. Nevertheless, a limited vibration may affect the equipment, which shall be capable of operating satisfactorily when subjected to conventional sinusoidal vibrations at 10 Hz, separately applied and having the characteristics shown in Table B.1.

Table B.1 – Limits of sinusoidal vibrations

Orientation	Peak acceleration	Nominal duration
Vertical	5 m/s ²	30 s
Horizontal	5 m/s ²	30 s

Any condition differing from the above shall be specified.

B.8 Fire hazardous areas

The following classes are foreseen:

- F0 No special fire hazard is envisaged. Except the characteristics inherent to the design of the equipment, no special measures are taken to limit flammability. This is considered the normal service condition.

- F1 Equipment subject to fire hazard. Restricted flammability is required. Self-extinction of fire (poor burning is permitted with negligible energy consumption) shall take place within a specified time period to be agreed between purchaser and supplier, unless specified by the standards. The emission of toxic substances and opaque smokes shall be minimised. Materials and products of combustion shall be practically halogen-free and shall contribute with a limited quantity of thermal energy to an external fire. This is considered an abnormal condition.
- F2 By means of special provisions, the equipment shall be able to operate for a given time period if subject to an external fire. The requirement of class F1 shall also be met. This is considered an abnormal condition.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

Annex C (normative)

Search of critical currents for d.c. circuit-breakers and switches

C.1 General

For air-break circuit-breakers, critical currents are low currents which produce the longest arc durations. This is due to the weak magnetic field produced by the current in the arc, resulting in slow arc movement from the point of initiation to its extinction position within the arc chute.

C.2 Unidirectional circuit-breakers and switches

This requirement applies to the switching devices which are required to break currents in one direction only. It applies to line circuit-breakers L of the type U_1 and U_2 .

Opening tests shall be performed at the following levels of current:

25 A	50 A	100 A	200 A	400 A
------	------	-------	-------	-------

At the rated voltage U_{Ne} , with a circuit time constant of not less than 0,01 s. Lower time constants are accepted provided that the circuit load inductance has a minimum value of 50 mH. Inductances lower than 50 mH may be used with the agreement of the purchaser.

Ten opening operations are required at each value of the current, with a series starting at the lowest value first.

Before beginning the test, there should exist no residual magnetism at the arc chute.

The exact values of current are not important, provided that each current is approximately double the previous current.

The arcing times will have a wide scatter at each value of current.

The results should be plotted graphically to illustrate the scatter for arcing time versus current. The range of test currents may demonstrate a critical current existence, which may have a wide band in itself. The highest and lowest values of current tested shall demonstrate shorter arcing times than the critical value(s). If critical current is seen to exist, it may be necessary to extend the test current range by using a halving or doubling factor.

C.3 Bidirectional circuit-breakers and switches

This requirement applies to switching devices which are required at any time to break currents in both directions. It applies to interconnector I and rectifier R circuit-breakers.

Opening tests shall first be performed as for unidirectional switching devices, to establish the critical current.

For circuit-breakers, the next test is for the arc chute to clear a current in excess of 1 000 A, to leave a residual magnetism in the arc chute for that direction. For switches with a breaking duty, the next test is for the arc chute to clear a current in excess of 1 000 A or its rated breaking current, if less than 1 000 A.

Opening operations shall then be made at the critical current, with the current in the reverse direction to the previous high current.

Five operations shall be made and then the whole procedure repeated again. This ensures that the arc chute is kept magnetised in the reverse direction to the low current interruption, for 10 interruptions.

A further 10 operations shall be made at half and at double this value of current, carried out in the same manner as the critical current. If this produces longer arc durations, then further tests shall be performed until arc durations are shown to reduce. Each time, the current shall be halved or doubled.

Longer arc durations than the unidirectional critical currents may be found because of the adverse effects of the reversed residual magnetism.

In addition, lower currents than the critical current have fewer demagnetising effects on the residual magnetism and may produce longer arc durations.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

Annex D (informative)

Recommended creepage distances

For the purposes of this standard, only two groups of materials are considered according to their CTI values, as shown in Table D.1.

Table D.1 – Material group identification

Material Group I	$600 \leq \text{CTI}$
Material Group II	$400 \leq \text{CTI} < 600$

The CTI values above refer to values obtained, in accordance with IEC 60112 and IEC 60587, on samples specifically made for the purpose and tested with solution A.

Based on the above assumptions, Table D.2 gives recommended values.

Table D.2 – Recommended creepage distances, in mm/kV (base U_{Nm})

Material group	Indoor equipment	Outdoor equipment
I	25 mm/kV (U_{Nm})	30 mm/kV (U_{Nm})
II	30 mm/kV (U_{Nm})	40 mm/kV (U_{Nm})
The minimum creepage distance shall be at least equal to the minimum clearance given in Table 1.		

For measuring methods, refer to EN 50124-1.

Annex E (informative)

Determination of maximum energy fault location

A simple equivalent circuit of a d.c. traction system is shown in Figure E.1.

NOTE The subscript c used in this annex refers to the complete circuit.

Therefore

$$T_s = \frac{L_s}{R_s} = \text{source time constant} \quad (\text{E.1})$$

$$T_c = \frac{L}{R} \quad (\text{E.2})$$

where

$L = (l \times x)$ and $R = (r \times x)$

$$t_c = \frac{L_s + (l \times x)}{R_s + (r \times x)} = \text{time constant of the whole circuit to a fault at point F} \quad (\text{E.3})$$

The energy stored in the circuit for a fault at point F is given by

$$E = 1/2 \times l_c \times I^2$$

where

l_c is the total circuit inductance and I is the prospective current of the short circuit.

There is a value of distance x for which the energy is maximum.

If

$$l_c = L_s + (l \times x) \quad \text{and} \quad I = \frac{U}{R_s + (r \times x)} \quad (\text{E.4})$$

then

$$E = \frac{1}{2} \cdot \frac{(L_s + (l \times x))U^2}{(R_s + (r \times x))^2} \quad (\text{E.5})$$

For a maximum $dE/dx = 0$.

It can be shown that if $dE/dx = 0$ then the distance at which the maximum energy is stored in the circuit is

$$x = \frac{R_s}{r} - \frac{2 \times L_s}{l} \quad (\text{E.6})$$

Obviously this equation has a meaning when x results positive.

Substituting this expression for t_c , the total circuit time constant at the position of maximum stored energy gives

$$t_c = \frac{T_c}{2} \quad (\text{E.7})$$

which means that the maximum stored energy in the circuit occurs when the total circuit time constant is half that of the track time constant.

The prospective current I at the point where $t_c = T_c/2$ is given by $U / [R_s + (r \times x)]$

where

$$x = R_s/r - 2 \times L_s/l \quad (\text{E.8})$$

If $I_{ss} = U/R_s$ then $I_{\max E}$ (prospective current at the position of maximum stored energy at the maximum energy position) is, by substitution

$$I_{\max E} = \frac{I_{ss}}{2 \left(1 - \frac{T_s}{T_c} \right)} \quad (\text{E.9})$$

which, when T_s is much smaller than T_c gives

$$I_{\max E} = \frac{I_{ss}}{2} \quad \text{approximately} \quad (\text{E.10})$$

at the maximum energy point.

Figure E.2 shows the relationship between the rates $I_{\max E}/I_{ss}$ for values of T_s/T_c where T_s is not significantly less than T_c .

This indicates that when $T_s = 0,5 \times T_c$ then the maximum energy position is at a current level of $I_{\max E} = I_{ss}$, which is at the distance of $x = 0$.

This can also be shown by substituting the value of $R_s/r = 2 \times L_s/l$ into (E.1) when $T_s = T_c/2$.

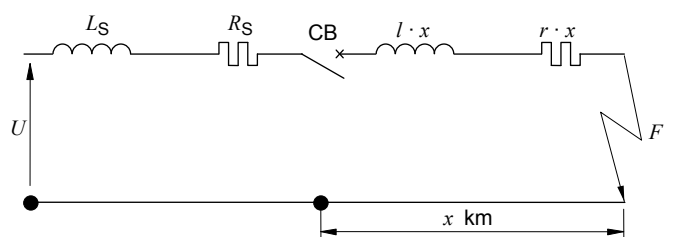
For type testing, rated values (depicted by an N , e.g. I_{Nss}) are used.

The value given in 5.1.1.3 is used for low values of T_{Nc} where the source time constant is unknown.

The values of t_c and I are adjusted to give test values that are likely to simulate unknown values of T_s .

These calculations only predict the stored energy of the circuit when the current reached through the circuit-breaker is the prospective value.

The arc energy of the circuit-breaker is less than this value if current limiting is achieved by the circuit-breaker.

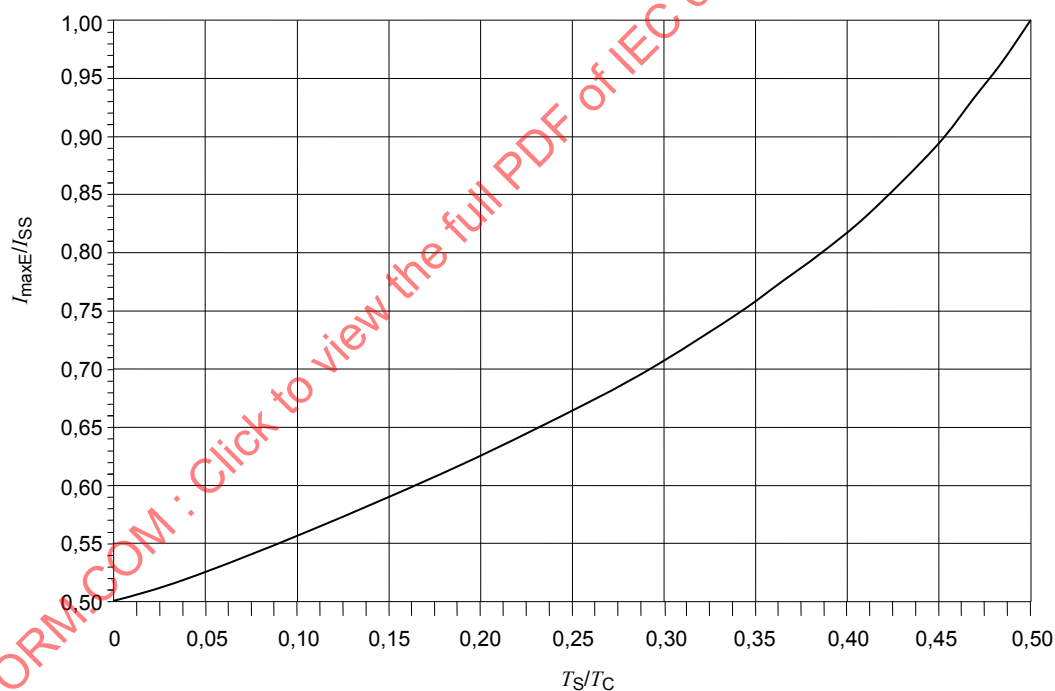


IEC 2713/05

Key

U	=	Supply voltage	F	=	Fault at distance x from the switching device
R_s	=	Source resistance	L_s	=	Source inductance
l	=	Track inductance per km	CB	=	Circuit-breaker or switching device
r	=	Track resistance per km	x	=	Distance [km] between CB and F

Figure E.1 – Equivalent circuit of a d.c. traction system



IEC 2714/05

Figure E.2 – Ratio of $I_{\max E}/I_{ss}$ to T_s/T_c

Bibliography

Additional useful information may be found in the following publications:

IEC 60068-2 (all parts), *Environmental testing – Part 2: Tests*

IEC 60085, *Thermal evaluation and classification of electric insulation conditions*

IEC 60112, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60507, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems*

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

IEC 60587, *Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions*

IEC 60815, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

IEC 62128-1, *Railway applications – Fixed installations – Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing*

IEC 62128-2, *Railway applications – Fixed installations – Part 2: Protective provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems*

EN 50124-2, *Railway applications – Insulation co-ordination – Part 2: Overvoltages and related protections*

EN 50327 *Railway applications – Fixed installations – Harmonization of the rated values for converter groups and tests on converter groups*

EN 50328, *Railway applications – Fixed installations – Electronic power converters for substations*

EN 50329, *Railway applications – Fixed installations – Traction transformers*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	54
1 Domaine d'application	56
2 Références normatives	56
3 Termes et définitions	57
3.1 Termes généraux	57
3.2 Caractéristiques nominales	60
3.3 Composants	66
3.4 Termes liés aux disjoncteurs, aux interrupteurs-sectionneurs et aux relais associés à courant continu.....	70
4 Exigences et conditions de fonctionnement en service	74
4.1 Conditions d'environnement.....	74
4.2 Niveaux d'isolement.....	75
5 Caractéristiques normalisées et hypothèses conventionnelles	77
5.1 Caractéristiques normalisées et paramètres conventionnels relatifs au circuit principal	77
5.2 Caractéristiques normalisées des circuits auxiliaires et de commande.....	79
6 Limites d'échauffement	79
7 Essais	80
7.1 Généralités	80
7.2 Tolérances d'essai.....	81
7.3 Essais concernant les dispositifs mobiles.....	81
7.4 Essai d'échauffement	83
7.5 Essais diélectriques	85
7.6 Conditions de court-circuit et de connexion en charge	85
7.7 Vérification du comportement au courant de courte durée admissible	87
7.8 Vérification de l'effort à appliquer au dispositif de commande manuel, et de la fiabilité de l'indicateur de position	87
Annexe A (normative) Schémas d'essais	89
Annexe B (normative) Conditions environnementales pour les installations en intérieur.....	91
Annexe C (normative) Recherche de courants critiques pour les disjoncteurs et les interrupteurs à courant continu	94
Annexe D (informative) lignes de fuite recommandées.....	96
Annexe E (informative) Détermination de la localisation du défaut d'énergie maximale.....	97
Bibliographie	100
Figure A.1 –Schéma du circuit d'essai pour vérifier les pouvoirs de fermeture et de coupure dans des conditions de court-circuit et de connexion en charge/surcharge.....	89
Figure A.2 – Etalonnages types et interruption dans des conditions de court-circuit et de charge/surcharge (deux cas différents d'étalonnage sont représentés) (voir 7.6).....	90
Figure E.1 – Circuit équivalent d'un système de traction à courant continu	99
Figure E.2 – Rapport de $I_{\max E}/I_{ss}$ sur T_s/T_c	99

Tableau 1 – Niveaux d'isolement	76
Tableau 2 – Paramètres du circuit d'essai pour une énergie de circuit maximale	77
Tableau 3 – Tensions préférentielles des circuits auxiliaires et de commande [V]	79
Tableau 4 – Limites d'échauffement des bobines isolées	79
Tableau 5 – Limites d'échauffement des différents éléments constitutifs	80
Tableau 6 – Tolérances d'essai	81
Tableau 7 – Grandeurs et dimensions recommandées des barres en cuivre	84
Tableau 8 – Forces et couples pour les essais	88
Tableau B.1 – Limites des vibrations sinusoïdales	92
Tableau D.1 – Identification du groupe de matériau	96
Tableau D.2 – Lignes de fuite recommandées en mm/kV (base UNm)	96

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61992-1:2006+AMD1:2014 CSV

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES – APPAREILLAGE À COURANT CONTINU –

Partie 1: Généralités

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 61992-1 porte le numéro d'édition 2.1. Elle comprend la deuxième édition (2006-02) [documents 9/886/FDIS et 9/908/RVD] et son amendement 1 (2014-04) [documents 9/1790/CDV et 9/1850/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 61992-1 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette édition comprend les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente de la norme:

- toutes les exigences et procédures qui s'appliquent à plus d'une partie de la série IEC 61992 sont maintenant regroupées dans la présente partie;
- on y a ajouté de nouvelles définitions visant les Parties 4, 5, 6 et 7 ainsi que de nouvelles spécifications concernant la vérification du comportement durant l'essai de courant de tenue de courte durée et la vérification du dispositif de commande manuel;
- les spécifications des essais de court-circuit et de commutation de charge ont été améliorées.

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 1: Généralités

1 Domaine d'application

La série IEC 61992 spécifie les exigences relatives aux appareillages et aux appareils de commande à courant continu et est conçue pour être utilisée dans des installations électriques fixes dont la tension nominale ne dépasse pas 3 000 V en courant continu, qui alimentent en courant électrique les véhicules destinés au transport public guidé, comme les véhicules ferroviaires, les véhicules de tramways, les véhicules de métro et les trolleybus.

La présente partie 1 spécifie les exigences générales.

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).

IEC 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

IEC 60050-446:1983, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 446: Relais électriques*

IEC 60050-605:1983, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 605: Production, transport et distribution de l'énergie – Postes*

IEC 60050-811:1991, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 811: Traction électrique*

IEC 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

IEC 60099-1:1999, *Parafoudres – Partie 1: Parafoudres à résistance variable avec éclateurs pour réseaux à courant alternatif*

IEC 60099-4:2004, *Parafoudres – Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour réseaux à courant alternatif*

IEC 60269-1:1998, *Fusibles basse tension – Première partie: Règles générales*

IEC 60721 (toutes les parties), *Classification des conditions d'environnement*

IEC 60850:2000, *Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des systèmes de traction*

IEC 60913:1988, *Lignes aériennes de traction électrique*

IEC 60947 (toutes les parties), *Appareillage à basse tension*

IEC 62271-200:2003, *Appareillage à haute tension – Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

EN 50124-1:2001, *Applications ferroviaires – Coordination de l'isolement – Partie 1: Prescriptions fondamentales – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite pour tout matériel électrique et électronique*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans les IEC 60050-441, IEC 60050-446, IEC 60050-605, IEC 60050-811, IEC 60099-1, IEC 60099-4, IEC 60947, IEC 62271-200 et l'EN 50124-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 Termes généraux

3.1.1

appareillage de connexion

terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés. Il couvre également les ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les charpentes correspondants

NOTE Dans un souci de simplicité, dans la présente norme, le terme «appareillage» est employé pour «appareillage de connexion et de commande».

3.1.2

ensemble d'appareillage à courant continu

combinaison d'un ou plusieurs appareils de connexion à courant continu et d'appareils de commande, de mesure, de signalisation, de protection, de réglage, etc. associés, complètement assemblés sous la responsabilité du fournisseur, avec l'ensemble des connexions électriques et mécaniques internes et les pièces formant la structure

NOTE 1 Dans toute la série IEC 61992, le terme «ensemble d'appareillage» est utilisé dans le sens «d'ensemble d'appareillage de connexion et de commande en courant continu».

NOTE 2 Les éléments qui composent l'ensemble d'appareillage peuvent être électromécaniques ou électroniques.

NOTE 3 Une enveloppe, mais pas une enveloppe intégrale, qui renferme un appareillage de connexion et des appareillages de commande associés peut être considérée comme un ensemble d'appareillage.

3.1.3

appareil de connexion

appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques

[VEI 441-14-01]

3.1.4

disjoncteur à courant continu

appareil de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants continus dans les conditions normales du circuit ainsi que d'établir, de supporter (jusqu'à une limite spécifiée et pendant une durée spécifiée) et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit, telles que celles du court-circuit

3.1.5

sectionneur à courant continu

appareil mécanique de connexion qui fournit, en position d'ouverture et pour des raisons de sécurité, une distance d'isolement selon des exigences spécifiées

NOTE 1 Le sectionneur est capable d'ouvrir et de fermer un circuit soit lorsqu'un courant continu négligeable est interrompu ou établi, soit lorsque aucun changement de tension significatif ne se produit aux bornes du sectionneur. Cet appareil est également capable de supporter des courants continus dans les conditions normales

du circuit et de supporter, pendant une durée spécifiée, des courants dans des conditions anormales du circuit telles que celles du court-circuit.

NOTE 2 Un sectionneur n'est pas approprié pour établir ou interrompre un courant de charge, un courant de défaut ou un autre courant suscité par les effets de la foudre ou de phénomènes transitoires.

NOTE 3 Un sectionneur est uniquement capable d'établir ou d'interrompre des courants d'une amplitude très limitée comme ceux suscités par une charge électrostatique ou des décharges dans un isolement non endommagé. L'aptitude à établir ou à interrompre des courants minimaux en raison de conditions transitoires marginales éventuelles du réseau fait l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

3.1.6

interrupteur-sectionneur

appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit et, lorsque cela est spécifié, dans des conditions données de surcharge de fonctionnement. En outre, ce dispositif est capable de supporter, pendant une durée spécifiée, des courants dans les conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit. Par ailleurs, ledit appareil satisfait aux exigences imposées à un sectionneur (voir 3.1.5)

NOTE 1 Si cela est spécifié, un interrupteur-sectionneur peut être conçu pour établir des courants de court-circuit, mais non pour les interrompre.

NOTE 2 Dans certaines conditions spéciales, les interrupteurs-sectionneurs pour l'extérieur peuvent devoir être capables d'interrompre des courants de surcharge d'une amplitude spécifiée.

3.1.7

sectionneur de terre

appareil mécanique de connexion utilisé pour mettre à la terre des parties d'un circuit, capable de supporter pendant une durée spécifiée des courants dans des conditions anormales du circuit telles que celles du court-circuit, mais non prévu pour supporter du courant dans les conditions normales du circuit

NOTE Un sectionneur de terre peut avoir un pouvoir de fermeture en court-circuit (voir 3.2.23).

[VEI 441-14-11]

3.1.8

limiteur à basse tension

appareil destiné à être en parallèle dans les parties d'un système de traction où des surtensions risquent d'apparaître et dont la fonction consiste à les maintenir dans des limites de valeur prédéterminées

3.1.9

capteur à courant continu

appareil utilisé pour détecter un courant ou une tension dans un circuit principal en courant continu produisant un signal de sortie proportionnel à la valeur d'entrée primaire et linéaire par rapport à celle-ci (sur une plage donnée), destiné à être connecté à un dispositif secondaire, lequel agit en fonction de ce signal

3.1.10

shunt à courant continu

appareil connecté au circuit primaire, généralement composé de grilles métalliques fournissant un signal de sortie en millivolts proportionnel au courant circulant dans le circuit primaire

3.1.11

transducteur d'isolement

appareil interposé entre la sortie d'un capteur dans le circuit principal et l'entrée d'un appareil secondaire utilisé pour la mesure ou la protection, et utilisé pour fournir une sortie isolée du circuit principal et, généralement, à une tension inférieure

3.1.12

capteur à effet Hall

type de capteur installé autour du conducteur parcouru par le courant du circuit principal, utilisant un élément unique ou multiple à effet Hall situé dans le champ magnétique d'un circuit de fer, qui est alimenté par le courant du conducteur principal

3.1.13

diviseur

groupe de résistances connectées à travers l'alimentation principale avec une résistance de terre utilisée comme sortie, qui fournit une tension proportionnelle à l'alimentation. Cette sortie est connectée, soit directement, soit indirectement, par l'intermédiaire d'un transducteur d'isolement, aux bornes de tension de l'appareil secondaire

3.1.14

manœuvres

passage du(des) contact(s) de manœuvre d'une position à une autre, par exemple de la position d'ouverture à la position de fermeture ou de la position d'ouverture à la terre

NOTE 1 Il peut s'agir d'une manœuvre d'ouverture ou d'une manœuvre de fermeture.

NOTE 2 Si une distinction s'avère nécessaire, il convient d'utiliser le terme «manœuvre électrique» (par exemple: établissement et interruption) et «manœuvre mécanique» (par exemple: fermeture et ouverture).

NOTE 3 La position d'un appareil de connexion dont la continuité du circuit principal est assurée, est indiquée comme position «de fermeture».

NOTE 4 La position d'un appareil de connexion dont la distance prescrite entre les contacts de l'appareil de connexion est assurée, est indiquée comme position «d'ouverture».

3.1.15

cycle de manœuvres (d'un appareil mécanique de connexion)

suite de manœuvres d'une position à une autre avec retour à la première position en passant par toutes les autres positions, s'il en existe

[VEI 441-16-02]

3.1.16

manœuvre dépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre effectuée exclusivement au moyen d'une énergie manuelle directement appliquée, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre dépendent de l'action de l'opérateur

[VEI 441-16-13]

3.1.17

manœuvre à accumulation d'énergie (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre effectuée au moyen d'énergie emmagasinée dans le mécanisme lui-même avant l'achèvement de la manœuvre et suffisante pour achever la manœuvre dans des conditions prédéterminées

NOTE Ce type de manœuvre peut être subdivisé selon:

- a) le mode d'accumulation de l'énergie (ressort, poids, etc.);
- b) la provenance de l'énergie (manuelle, électrique, etc.);
- c) le mode de libération de l'énergie (manuel, électrique, etc.).

[VEI 441-16-15]

3.1.18

manœuvre indépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient de l'énergie manuelle accumulée et libérée en une seule manœuvre continue, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre sont indépendantes de l'action de l'opérateur

[VEI 441-16-16]

3.1.19

manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure

manœuvre effectuée au moyen d'énergie provenant d'une source d'énergie extérieure et libérée en une seule manœuvre continue, de telle sorte que la vitesse et la force de manœuvre sont indépendantes de l'action de l'opérateur

3.1.20

dispositif de commutation avec enclenchement empêchant les manœuvres d'ouverture et/ou de fermeture

appareil de connexion dans lequel une manœuvre (ouverture et/ou fermeture) est empêchée par des moyens d'enclenchement reflétant des conditions données du système

3.1.21

catégorie d'emploi (d'un appareil de connexion)

ensembles d'exigences spécifiées relatives aux conditions dans lesquelles l'appareil de connexion remplit son office, choisies pour représenter un groupe caractéristique d'applications pratiques

[VEI 441-17-19, modifiée]

NOTE Les exigences spécifiées peuvent concerner, par exemple, les valeurs des pouvoirs de fermeture, s'il y a lieu, les valeurs des pouvoirs de coupures et d'autres caractéristiques, les circuits associés et les conditions correspondantes d'emploi et de comportement. Le terme «service» utilisé ailleurs dans la Norme correspond à un aspect particulier de la catégorie d'utilisation.

3.1.22

appareil de connexion unidirectionnel

appareil de connexion (par exemple disjoncteur) dont le but est d'interrompre un courant continu qui s'écoule dans un sens prescrit à travers ce dispositif et qui est identifié en conséquence

3.1.23

appareil de connexion bidirectionnel

appareil de connexion (par exemple disjoncteur) dont le but est d'interrompre un courant continu qui s'écoule dans l'un ou l'autre sens à travers ce dispositif et qui est identifié en conséquence.

NOTE La preuve de l'aptitude bidirectionnelle est comprise dans les essais de type d'interruption.

3.2 Caractéristiques nominales

3.2.1

Tensions

3.2.1.1

tension nominale

U_n

tension par laquelle une installation ou une partie d'installation est désignée

3.2.1.2 Limites de tension du système

3.2.1.2.1

tension la plus élevée du système

U_{max}

valeur maximale donnée pour la tension U_{max1} dans les conditions de fonctionnement continu spécifiées dans l'IEC 60850

3.2.1.2.2

Tension la moins élevée du système

U_{min}

valeur minimale donnée pour la tension U_{min1} dans les conditions de fonctionnement continu spécifiées dans l'IEC 60850

3.2.1.3

tension assignée d'isolement

U_{Nm}

valeur maximale de la tension continue pour laquelle le matériel est conçu compte tenu de son isolement

3.2.1.4

tension assignée

U_{Ne}

valeur de la tension donnée par le fabricant qui, combinée avec le courant assigné de service, détermine l'utilisation du matériel et à laquelle les essais et les catégories d'emploi, le cas échéant, se rapportent

NOTE La tension assignée peut différer de la tension nominale selon une quantité dans les tolérances autorisées.

3.2.1.5

tension assignée d'alimentation auxiliaire et de commande

tension mesurée aux bornes du circuit de l'appareil en fonctionnement, y compris, si nécessaire, les résistances ou accessoires auxiliaires alimentés ou connectés en série avec celui-ci à la demande du fabricant, mais sans les conducteurs de raccordement à l'alimentation électrique

3.2.1.6

Tensions des parafoudres et des limiteurs à basse tension

3.2.1.6.1

tension assignée d'un parafoudre à éclateur

U_r

valeur maximale de la tension continue entre bornes pour laquelle le parafoudre résiste de manière continue de par sa conception

3.2.1.6.2

tension assignée d'un parafoudre sans éclateur

U_r

valeur maximale de la tension continue entre les bornes pour laquelle le parafoudre fonctionne correctement, de par sa conception, dans des conditions de surtensions temporaires selon les résultats des essais de service (voir 4.7.5 de l'IEC 61992-5). La tension assignée est utilisée comme un paramètre de référence pour la spécification des caractéristiques de fonctionnement

3.2.1.6.3

tension assignée d'un limiteur à basse tension

U_r

valeur maximale de la tension continue entre les bornes à laquelle le limiteur à basse tension résiste de manière continue, de par sa conception

3.2.1.6.4

tension maximale de fonctionnement continu d'un parafoudre sans éclateur

U_c

cette tension correspond à U_{max} définie en 3.2.1.2.1

3.2.1.6.5

niveau de tension de protection d'un parafoudre à éclateur

U_p

valeur de crête, déclarée par le fournisseur, supérieure au maximum des trois valeurs de tension entre les bornes du parafoudre: tension résiduelle à I_n , tension d'amorçage maximale de choc de foudre standard, tension d'amorçage maximale de front de choc, cette dernière divisée par 1,15