

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Particular requirements for source switching equipment (SSE)

Exigences particulières relatives au matériel de commutation de source (SSE)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62991:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Particular requirements for source switching equipment (SSE)

Exigences particulières relatives au matériel de commutation de source (SSE)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 03.100.70; 27.015; 29.020

ISBN 978-2-8322-6198-9

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

CONTENTS

FOREWORD.....	8
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	12
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	15
3.1 General definitions.....	15
3.2 Additional definitions for NC-SSE and SSE control units (controllers) of C-SSE	25
3.3 Additional definitions dedicated to C-SSE	26
4 Classification.....	27
4.1 According to the method of operation.....	27
4.2 According to the construction.....	27
4.3 According to the kind of current	28
4.4 According to the number of switched poles	28
4.5 According to the type of terminals.....	28
4.6 According to the SSE's intended application	28
4.7 According to coupling method	28
4.7.1 SSE with synchronization	28
4.7.2 SSE with interlock	28
4.7.3 SSE with synchronization and interlock.....	28
4.8 According to the transition type.....	28
4.9 According to the possibility to select sources	28
4.10 According to the utilization category.....	28
4.11 According to the possibility to provide an OFF position	28
4.12 According to the method of mounting	29
4.13 According to the protection against external influences	29
4.14 According to functional categories	29
5 Characteristics	31
5.1 General.....	31
5.2 Type and characteristics of the equipment	32
5.3 Characteristics of NC-SSE.....	32
5.3.1 General	32
5.3.2 Characteristics of main circuits	32
5.3.3 Utilization categories	35
5.3.4 Characteristics of control circuits, including electrical interlocks	35
5.3.5 Characteristics of auxiliary circuits.....	37
5.4 Characteristics of C-SSE	37
5.4.1 General	37
5.4.2 Characteristics of main circuits	37
5.4.3 Utilization categories	38
5.4.4 Characteristics of control circuits, including electrical interlocks	38
5.4.5 Characteristics of auxiliary circuits.....	39
6 Markings and product information	39
7 Standard conditions for operation in service	40
7.1 General.....	40
7.2 Ambient temperature range in normal use.....	41

7.3	Relative humidity	41
7.4	Altitude	41
7.5	Conditions of installation	41
7.6	Pollution degree	41
8	Requirements for construction and operation	41
8.1	General	41
8.2	Mechanical design	42
8.2.1	General	42
8.2.2	Constructional requirements	42
8.2.3	Mechanism and operating means	44
8.2.4	Clearances and creepage distances and distances through sealing compound	46
8.2.5	Screws, current-carrying parts and connections	49
8.2.6	Terminals for external conductors	50
8.3	Protection against electric shock	52
8.4	Dielectric properties	52
8.4.1	General	52
8.4.2	Dielectric properties	52
8.5	Temperature-rise	52
8.6	Making and breaking capacity	53
8.7	Performances	54
8.7.1	General	54
8.7.2	Operating conditions	55
8.7.3	Operational performance	57
8.8	Resistance to heat	58
8.9	Resistance of insulating material to abnormal heat and to fire	58
8.10	Resistance to rusting	59
8.11	Coordination with short-circuit protective devices (SCPDs)	59
8.12	EMC	59
8.13	Resistance to abnormal conditions	59
8.14	Components	59
8.14.1	General	59
8.14.2	Fuses	60
8.14.3	Capacitors	60
8.14.4	Resistors	61
8.14.5	Transformers	61
9	Type tests	61
9.1	General requirements	61
9.1.1	Type tests and test sequences	61
9.1.2	Test conditions	61
9.1.3	Test procedure	63
9.2	Tests of indelibility of markings	63
9.3	Tests of the mechanical strength	63
9.3.1	Tests of the resistance to mechanical stresses of insulating means	63
9.3.2	Verification of installation and connections	73
9.3.3	Tests of fixings of covers, cover plates and actuating members	75
9.3.4	Tests of attachment of knobs	76
9.3.5	Tests of covers, cover plates or actuating members – Accessibility to live parts	77

9.3.6	Tests of covers, cover plates or actuating members – Accessibility to non-earthed metal parts separated from live parts	78
9.3.7	Tests of covers, cover plates or actuating members – Accessibility to insulating parts, earthed metal parts, the live parts of SELV $\leq$ 25 V AC or metal parts separated from live parts	78
9.3.8	Tests of covers, cover plates or actuating members – Application of gauges	78
9.3.9	Tests of grooves, holes and reverse tapers	80
9.4	Measurements of clearances and creepage distances	81
9.5	Test of reliability of screws, current-carrying parts and connections	82
9.6	Test of reliability of screw-type terminals for external copper conductors	82
9.7	Tests for the protection against electric shock	84
9.8	Tests of dielectric properties	86
9.8.1	General	86
9.8.2	Tests of the resistance to humidity	87
9.8.3	Tests of the insulation resistance of the main circuits	87
9.8.4	Tests of the dielectric strength of main circuits	88
9.8.5	Tests of the insulation resistance and dielectric strength of other circuits	90
9.8.6	Verification of impulse withstand voltages (across clearances and through solid insulations)	91
9.9	Tests of temperature-rise	92
9.9.1	General	92
9.9.2	Test setup	92
9.9.3	Test procedure	94
9.10	Tests of making and breaking capacity	94
9.11	Verification of performances	95
9.11.1	General	95
9.11.2	Verification of interlocking function	95
9.11.3	Verification of controls, sequences and limits of operations	98
9.11.4	Verification of the operational performance capability	102
9.12	Tests of heat resistance	103
9.12.1	Basic heating test	103
9.12.2	Ball-pressure test on parts of insulating material necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position	104
9.12.3	Ball-pressure test on parts of insulating material not necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position	104
9.13	Tests of the resistance of insulating material to abnormal heat and to fire	104
9.14	Resistance to rusting	106
9.15	Tests of coordination with short-circuit protective devices (SCPDs)	107
9.15.1	General	107
9.15.2	Test conditions	107
9.15.3	Tests of coordination between the SSE and the SCPDs	112
9.16	EMC tests	113
9.16.1	General	113
9.16.2	Electromagnetic emission	113
9.16.3	Electromagnetic immunity	113
9.17	Tests under abnormal conditions	117
9.17.1	General	117
9.17.2	Tests under fault conditions	119
9.17.3	Overload tests	121

9.18 Tests of components	121
Annex A (informative) Examples of possible use of SSE	125
A.1 General concept of prosumer's low-voltage electrical installation	125
A.2 Examples of SSE use	128
Annex B (informative) Correspondence between ISO and AWG copper conductors	133
Annex C (normative) Determination of clearances and creepage distances	134
C.1 General	134
C.2 Orientation and location of a creepage distance	134
C.3 Creepage distances where more than one material is used	134
C.4 Creepage distances split by floating conductive part	134
C.5 Measurement of creepage distances and clearances	134
Annex D (normative) Test sequences and number of specimens	137
Annex E (normative) Arrangement for the detection of the emission of ionized gases during short-circuit tests	139
Bibliography	142
Figure 1 – Energy efficiency management system (EEMS)	10
Figure 2 – Principle of management of two sources with source switching equipment (SSE)	11
Figure 3 – Example of A-SSE	30
Figure 4 – Example of R-SSE	31
Figure 5 – Example of M-SSE	31
Figure 6 – Pendulum impact test apparatus	65
Figure 7 – Pendulum impact test apparatus (striking element)	66
Figure 8 – Mounting support of specimens	67
Figure 9 – Mounting block for a flush type SSE	68
Figure 10 – Example of mounting support of panel board type SSE	69
Figure 11 – Example of mounting support for a rear fixed SSE	70
Figure 12 – Application of forces on a rail-mounted SSE	72
Figure 13 – Determination of the direction of the forces to be applied	74
Figure 14 – Direction for the conductor pull of 30 N for 1 min	75
Figure 15 – Gauge (thickness: about 2 mm) for the verification of the outline of covers, cover plates or actuating members	78
Figure 16 – Example of application of the gauge of Figure 15 on covers fixed without screws on a mounting surface or supporting surface	79
Figure 17 – Examples of applications of the gauge of Figure 15	80
Figure 18 – Gauge for verification of grooves, holes and reverse tapers	81
Figure 19 – Sketch showing the direction of application of the gauge of Figure 18	81
Figure 20 – Jointed test finger (test probe B according to IEC 61032:1997)	85
Figure 21 – Test pin for checking the protection against electric shock	86
Figure 22 – Actuator test force	97
Figure 23 – Test circuit for connection to source 1 and source 2	99
Figure 24 – Ball-pressure test apparatus	104
Figure 25 – Diagrammatic representation	105
Figure 26 – Typical diagram for all coordination tests	108

Figure 27 – Detail of impedances Z and Z_1	109
Figure 28 – Minimum clearances and creepage distances on printed boards	120
Figure 29 – Surge test – Test circuit	122
Figure 30 – Surge test – Example of a switch to be used in the test circuit.....	123
Figure A.1 – Example of PEI	126
Figure A.2 – Example of an individual PEI	127
Figure A.3 – Example of a shared PEI with a distribution system within the PEI in parallel to the DSO distribution system	128
Figure A.4 – Example of SSE use in an individual PEI with PV production and storage on the DC side.....	129
Figure A.5 – Example of SSE use in an individual PEI with PV production and storage on the AC side	130
Figure A.6 – Example of SSE use for power backup with storage or a generating set	131
Figure A.7 – Example of SSE use for power backup with storage only	132
Figure C.1 – Example 1	135
Figure C.2 – Example 2	135
Figure C.3 – Example 3	135
Figure C.4 – Example 4	135
Figure C.5 – Example 5	136
Figure C.6 – Example 6	136
Figure C.7 – Example 7	136
Figure E.1 – Test arrangement	140
Figure E.2 – Grid	141
Figure E.3 – Grid circuit.....	141
Table 1 – Source switching functional categories	29
Table 2 – Preferred values of rated voltages.....	33
Table 3 – Rated impulse voltage as a function of the nominal voltage of the installation	34
Table 4 – Utilization categories	35
Table 5 – Requirements and position for markings and other product information	39
Table 6 – Cross-sectional areas (S) of test copper conductors corresponding to the rated currents	43
Table 7 – Minimum clearances and creepage distances.....	47
Table 8 – Connectable cross-sections of copper conductors for screw-type terminals	50
Table 9 – Temperature-rise values.....	53
Table 10 – Making and breaking conditions for tests of making and breaking capacities	54
Table 11 – OFF-time durations for the verification of making and breaking capacities for utilization categories	54
Table 12 – Making and breaking conditions for the operational performance.....	58
Table 13 – Number of operations for operational performance	58
Table 14 – Capacitors	61
Table 15 – Tightening torque for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals	62
Table 16 – Height of fall for impact test.....	71

Table 17 – Forces to be applied to covers, cover plates or actuating members whose fixing is not dependent on screws	76
Table 18 – Test values for pulling out test.....	83
Table 19 – Test voltage, points of application and minimum values of insulating resistance for the verification of dielectric strength.....	89
Table 20 – Test voltages of auxiliary circuits.....	90
Table 21 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage	92
Table 22 – Temperature-rise test currents and cross-sectional areas of copper conductors	93
Table 23 – Actuator test force	97
Table 24 – Minimum values of I^2t and I_p	110
Table 25 – Power factors for short-circuit tests	111
Table 26 – Immunity tests (overview).....	114
Table 27 – Performance criteria	114
Table 28 – Voltage dip test values	115
Table 29 – Short-interruption test values.....	115
Table 30 – Surge test voltages	115
Table 31 – Fast transient test values	116
Table 32 – Permissible temperature rise values	118
Table B.1 – Correspondence between ISO and AWG copper conductors	133
Table D.1 – Test sequences and number of specimens for tests	138

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62991:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PARTICULAR REQUIREMENTS FOR SOURCE SWITCHING EQUIPMENT (SSE)

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.

IEC 62991 has been prepared by subcommittee 23K: Electrical Energy Efficiency products, of IEC technical committee 23: Electrical accessories. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
23K/78/FDIS	23K/79/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

In this document, the following print types are used:

– *conformity statements: in italic type.*

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

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

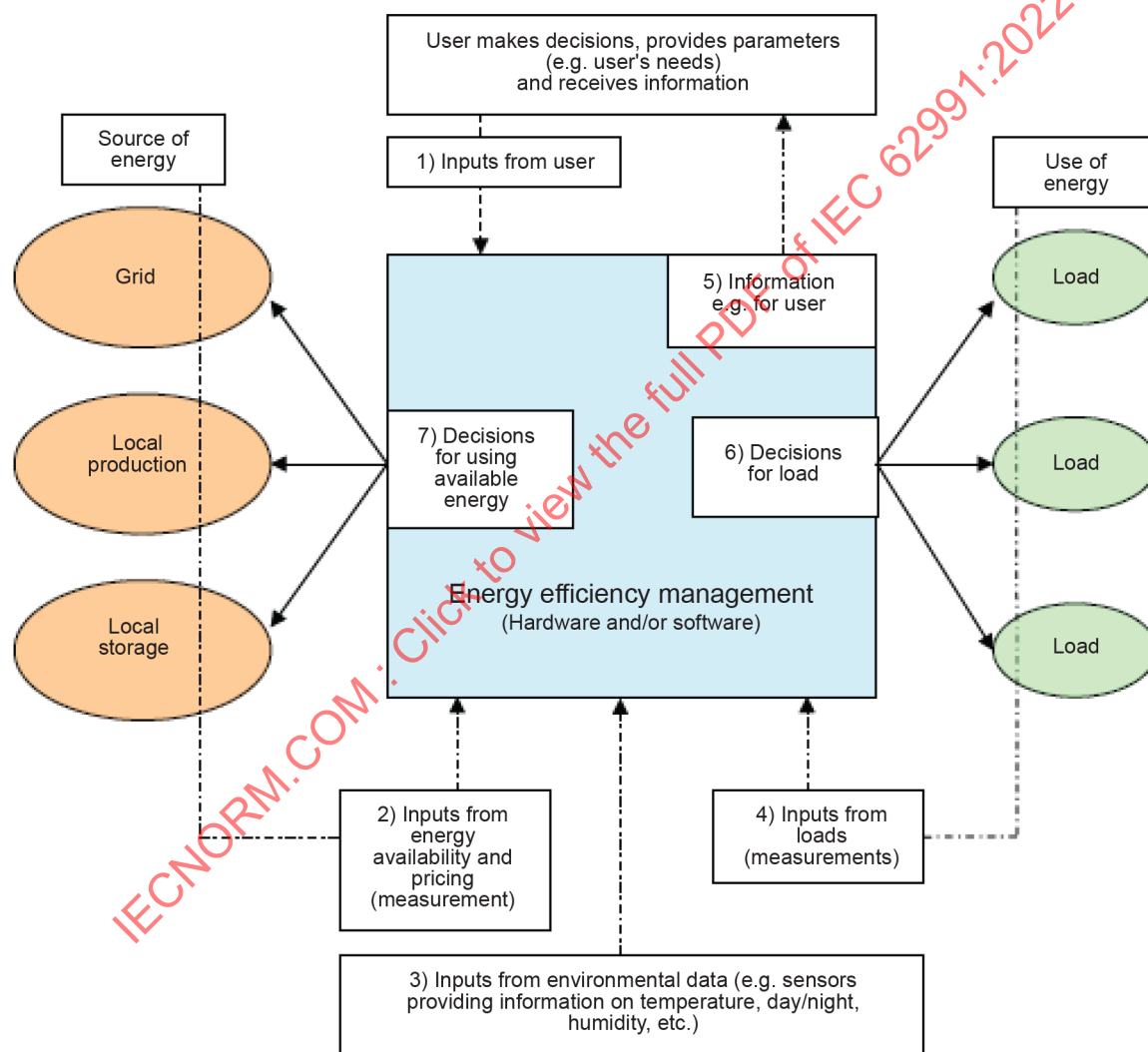
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62991:2022

INTRODUCTION

The optimization of electrical energy usage can be facilitated by appropriate design and installation considerations. An electrical installation can provide the required level of service and safety for the lowest level of electrical consumption.

This is considered by designers as a general requirement of their design procedures to establish the best use of electrical energy.

The optimization of the use of electricity is based on energy efficiency management taking into consideration the price of electricity, electrical consumption of the loads and real-time adaptation, as described in Figure 1, which is reproduced from IEC 60364-8-1:2019, Figure 1.



IEC

Figure 1 – Energy efficiency management system (EEMS)

This document applies to source switching equipment (SSE), for household and similar uses (see Figure 2).

SSE is intended:

- to make transparent to the end-user the use of energy sources, taking into account local generation or storage;
- to optimize the electrical energy originating either from the grid or from other local sources/storage.

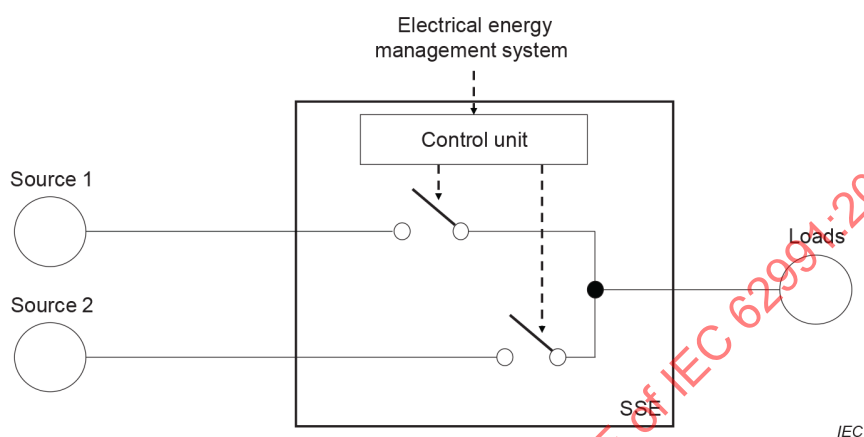


Figure 2 – Principle of management of two sources with source switching equipment (SSE)

NOTE Examples of use of SSE are given Annex A.

As defined by IEC 60364-8-82:2022, the main operating modes of SSE are:

- direct feeding mode: corresponding to the normal source (supply from the grid). Storage units can supply current-using-equipment or be charged by the grid or local power supplies;
- island mode: loads supplied by local energy sources and storage units, disconnected from the grid;
- reverse feeding mode: corresponding to the supply of the grid. Storage units can supply current-using-equipment and/or the grid or be charged by local power supplies.

Transfer from/to the direct feeding mode to island mode and vice versa can be achieved by the operation of the SSE which can be either directly controlled (manually or remotely) or automatically controlled.

Operation of SSE is to occur in safe conditions as described in IEC 60364-8-82:2022.

This document does not cover communication aspects such as protocols and interoperability nor data security or other related aspects.

SSE switching operations are based on similar principles as transfer switching equipment (TSE). For applications with higher currents, for example, for industrial applications, the reader may refer to IEC 60947-6-1.

PARTICULAR REQUIREMENTS FOR SOURCE SWITCHING EQUIPMENT (SSE)

1 Scope

This International Standard applies to source switching equipment, hereafter referred to as SSE, for household and similar uses, primarily intended to be used for energy efficiency (EE) purposes with local production and/or storage of energy.

SSE is intended to be installed in low voltage prosumer electrical installations (PEI) to deliver the electrical energy:

- either to current-using equipment (direct feeding mode or island mode);
- or to the grid (reverse feeding mode).

SSE is intended to select and/or combine two power sources (e.g. selected from among grid, local power source, storage units) within an electrical energy management system (EEMS). SSE can also be used for backup supply.

NOTE 1 "Switching device for islanding" (SDFI) function is under consideration as additional requirements can be necessary. See also Figure 4 of IEC 60364-8-82:2022.

SSE is part of the fixed electrical installation.

This document applies to SSE for operation in AC single or multiphase main circuits with rated voltages not exceeding 440 V AC, frequencies of 50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz and rated currents not exceeding 125 A (40 A for screwless terminals). They are intended to be used in installations with prospective short circuit currents not exceeding 25 000 A. DC operations are not covered by this edition and are kept under consideration for a future revision of this document.

According to this document, SSE can be operated:

- manually (M-SSE), or
- remotely (R-SSE), or
- automatically (A-SSE), or
- a combination of the above methods of operation, e.g. manual and remote.

SSE is used to select two sources sequentially. SSE able to run two (or more) sources in parallel are not covered by this edition and are kept under consideration for a future revision of this product standard.

SSE can be operated with interlocks and/or synchronization.

NOTE 2 In some countries, it is not permitted to have synchronization of local sources with the grid for particular grid conditions, e.g. when fluctuations of the grid voltage or frequency are outside the tolerance limits.

SSE is constructed either as combined SSE (C-SSE, based on dedicated products such as circuit breakers, switches or contactors) or non-combined SSE (NC-SSE).

According to this document, C-SSE is based on switching units of the same type.

SSE is intended for use in circuits where protection against electrical shock and over-current is provided according to installation rules for low voltage electrical installations, unless the SSE already contains such protective function.

SSE is normally installed by instructed persons (IEC 60050-195:2021, 195-04-02) or skilled persons (IEC 60050-195:2021, 195-04-01). SSE is normally used by ordinary persons (IEC 60005-195:2021, 195-04-03) and does not require maintenance.

The requirements of this document apply for standard environmental conditions. They are applicable to SSE intended for use in an environment with pollution degree 2 and overvoltage categories III according to IEC 60664-1:2020. SSE has at least a degree of protection IP 20 according to IEC 60529. Additional requirements can be necessary for devices used in locations having more severe environmental conditions.

SSE does not, by its nature, provide an isolation function nor the overcurrent protection. However, isolation and overcurrent protection functions as covered by relevant product standards can be provided by combined SSE.

This document does not apply to transfer switching equipment (TSE) intended to be used by skilled persons, as covered by IEC 60947-6-1:2021.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60127-1, *Miniature fuses – Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links*

IEC 60212, *Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60317-0-1:2013, *Specifications for particular types of winding wires – Part 0-1: General requirements – Enamelled round copper wire*

IEC 60364-8-82:2022, *Low voltage electrical installations – Part 8-82: Functional aspects – Prosumer's low-voltage electrical installations*

IEC 60384-14:2013, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

IEC 60384-14:2013/AMD1:2016

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60664-1:2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60664-3, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60669 (all parts), *Switches for household and similar fixed-electrical installations*

IEC 60695-2-10, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2021, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

IEC 60898-1, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation*

IEC 60898-2, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 2: Circuit-breakers for AC and DC operation*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current up to 16 A per phase*

IEC 61032:1997, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61095:2009, *Electromechanical contactors for household and similar purposes*

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers for general applications*

IEC 62873-3-1, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 3-1: Particular requirements for devices with screwless-type terminals for external copper conductors*

IEC 62873-3-3, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 3-3: Specific requirements for devices with screw-type terminals for external untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors*

CISPR 14-1:2020, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

ISO 306, *Plastics – Thermoplastic materials – Determination of Vicat softening temperature (VST)*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1 General definitions

3.1.1

electrical energy efficiency

EEE

system approach for optimizing the efficiency of electricity usage

Note 1 to entry: Energy efficiency improvement measures take into account the following considerations:

- both the consumption (kWh) and the price of electricity;
- technology;
- environmental impact.

[SOURCE: IEC 60364-8-1:2019, 3.1.7]

3.1.2

electrical energy management system

EEMS

system monitoring, operating, controlling and managing energy resources and loads of the installations

[SOURCE: IEC 60364-8-1:2019, 3.2.1]

3.1.3

operating mode

operation of an installation with respect to the different sources of electrical energy and to energy flow

[SOURCE: IEC 60364-8-2:2022, 82.3.9]

3.1.4

direct feeding mode

operating mode in which the distribution network supplies the PEI

Note 1 to entry: Local storage units can supply current-using equipment or be charged by local power supplies and/or the distribution system.

[SOURCE: IEC 60364-8-2:2022, 82.3.10]

3.1.5

reverse feeding mode

operating mode in which the PEI supplies the distribution network

Note 1 to entry: Local storage units can supply current-using equipment and/or the distribution system or be charged by local power supplies.

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.11]

3.1.6

operating sequence

<of the A-SSE> automatic transfer of a load from one source to another in the event of a monitored source deviation and/or other predefined conditions

Note 1 to entry: Transfer may be with or without a predetermined time delay and may include an OFF position.

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.1, modified – Adding the domain, replacing "supply" by "source" and note 1 by a new note.]

3.1.7

monitored source deviation

variation in the measured power source characteristics that exceeds predetermined limits

EXAMPLE Abnormal changes in voltage or frequency of the power source are source deviations.

Note 1 to entry: This definition applies only for A-SSE.

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.2, modified – Replacing "supply" by "source" and "ATSE" by "A-SSE" in the note.]

3.1.8

voltage source deviation

change in voltage level from the nominal voltage of the monitored source

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.3, modified – Replacing "supply" by "source" in the term and definition.]

3.1.9

frequency source deviation

change in frequency from the nominal operating frequency of the monitored source

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.4, modified – Replacing "supply" by "source" in the term and definition.]

3.1.10

contact transfer time

time measured from the mechanical opening of all poles from one set of main contacts from one source to the mechanical closing of any pole of a second set of main contacts to another source, with any adjustable time-delay set to the minimum value

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.5, modified – Replacing "power supply" by "source" and removal of Note 1.]

3.1.11

OFF-time

time measured during transfer from the instant of final arc extinction, under the conditions producing the longest arcing time, in all poles, to the closing of main contacts on another supply

3.1.12 switching position

position of the main contacts defining whether the load terminals are connected to source 1 or source 2 terminals, or not connected

Note 1 to entry: In this document, the term "switching position" has been replaced by "position".

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.5.1, modified – Replacing "source I or source II" by "source 1 or source 2".]

3.1.13 position I

contact position of the equipment when the load terminals are connected to source 1 terminals

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.5.2, modified – Replacing "source I" by "source 1".]

3.1.14 position II

contact position of the equipment when the load terminals are connected to source 2 terminals

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.5.3, modified – Replacing "source II" by "source 2".]

3.1.15 OFF position

stable contact position of rest of the equipment when the load terminals are connected to neither source 1 nor source 2 terminals

Note 1 to entry: The OFF position may also be marked as the O position.

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.5.4, modified – Replacing "source I or source II" by "source 1 or source 2".]

3.1.16 interlock

system to prevent simultaneous connection of two different power sources

Note 1 to entry: The interlock may be based on electrical or mechanical means, or both.

Note 2 to entry: Mechanical interlocking prevents the closed position of switching devices from being simultaneously achieved under all conditions. The state of two mechanisms being mutually dependent prevents the change of switching position of operation of one mechanism depending on the switching position (hereafter "position") of operation of the other mechanism.

Note 3 to entry: Electrical interlocking prevents, among other functions, the closing commands from being sent to both switching devices simultaneously under all conditions.

3.1.17 synchronization

electrical system intentionally allowing the connection of two different power sources in parallel

3.1.18 open transition

break before make transfer operation that intentionally breaks the load current from one source for a period of time prior to making it to the other source

Note 1 to entry: SSE with open transition may operate with a time delay e.g. for power backup application.

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.7, modified – Adding the note.]

3.1.19

closed transition

make before break transfer operation that intentionally makes the load current of a second synchronized source for a short period of time before breaking it from the first source

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.9]

3.1.20

utilization category

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

Note 1 to entry: The specified requirements may concern e.g. the values of making capacities (if applicable), breaking capacities and other characteristics, the associated circuits and the relevant conditions of use and behaviour.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-17-19]

3.1.21

recovery voltage

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

Note 1 to entry: This voltage may be considered in two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists, followed by a second one during which the power-frequency voltage or the steady-state recovery voltage alone exists.

Note 2 to entry: This definition applies to a single-pole device. For a multipole device the recovery voltage is the phase-to-phase voltage across the supply terminals of the device.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-17-25 modified – Addition of Note 2.]

3.1.22

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

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-02]

3.1.23

operating sequence

<of a mechanical switching device> succession of specified operations with specified time intervals

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-03]

3.1.24

manual control

control of an operation by human intervention via the use of operating means

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-04, modified – by adding "via the use of operating means".]

3.1.25

automatic control

control of an operation without human intervention, in response to the occurrence of predetermined conditions

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-05]

3.1.26**local control**

control of an operation at a point on or adjacent to the controlled device

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-06, modified – by removing the term "switching" from the definition.]

3.1.27**remote control**

control of an operation via the use of operating means at a point distant from the controlled device

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-07, modified – by adding "via the use of operating means " and removing the term "switching".]

3.1.28**source switching equipment****SSE**

equipment able to select (power) sources when certain conditions are met or following human intervention

Note 1 to entry: For example, SSE for back-up applications may contain one or more switching devices and all associated control means for disconnecting load circuits from one source and reconnecting them to another source when certain conditions are met.

Note 2 to entry: For example, SSE for grid connected PEI defined in IEC 60364-8-82:2022 may contain one or more switching devices and associated control means for switching load circuits from one normal source to another source, when certain conditions are met, maintaining the loads always energized.

3.1.29**combined SSE****C-SSE**

SSE based on the association of switching devices complying with the IEC 60669 series, and with IEC 60898-1 or IEC 60898-2, or with IEC 61095, and with its associated control means for managing the switching operation(s) of the SSE

Note 1 to entry: Combined SSE may be based on individual devices or on devices mechanically assembled together in a dedicated unit (e.g. two switches assembled together, two switches assembled together with the control unit or parts of the control unit). In the case of assembled devices, assembling may be done by the manufacturer or on site (e.g. by the installer or the panel builder).

Note 2 to entry: For SSE based on switching devices where certain tests are already covered by other product standards, it is not necessary to repeat those tests.

3.1.30**non-combined SSE****NC-SSE**

SSE specifically designed by the manufacturer, with all intended switching means including the associated control means for managing the switching operation(s) of the SSE, but not based on the association of devices complying with the IEC 60669 series, nor with IEC 60898-1, IEC 60898-2 or IEC 61095

Note 1 to entry: NC-SSE may be based on individual devices or not, e.g. SSE with a remote-control unit or with a SSE controller.

Note 2 to entry: NC-SSE is not supposed to provide overcurrent protection except if it is declared to also comply with IEC 60898-1 or IEC 60898-2.

3.1.31

manually operated SSE

M-SSE

SSE operated manually and non-electrically

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.3.2, modified – the term and abbreviated term have been adapted to apply to the specific case of SSE.]

3.1.32

remotely operated SSE

R-SSE

SSE that is electrically operated and not self-acting

Note 1 to entry: R-SSE can have a feature for local and/or manual operation.

Note 2 to entry: Remote control means may include operating means for manual control (e.g. push-buttons, rotary switches, etc.) and additional features such as remote signalling, etc. They may be located within the same enclosure or not, and controls may be transmitted via any kind of media (wire or wireless).

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.3.3, modified – the term, abbreviated term and definition have been adapted to apply to the specific case of SSE, and Note 2 added.]

3.1.33

automatically operated SSE

A-SSE

self-acting SSE, including all necessary sensing inputs, monitoring, and control logic means for switching operation(s)

Note 1 to entry: A-SSE can have a feature for local and/or remote and/or manual operation.

Note 2 to entry: Automatic control means may be located within the same enclosure or not, and controls may be transmitted via any kind of media (wire or wireless).

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.3.4, modified – replacing the term "automatic transfer switching equipment" by "automatically operated SSE" and the abbreviated term "ATSE" by "A-SSE", referring to SSE in the definition, and adding Note 2.]

3.1.34

switching unit

<of the SSE> all part(s) intended for selecting the sources to supply the load circuits

Note 1 to entry: A switching unit may be based on a single device (e.g. NC-SSE), on multiple devices mechanically assembled together in a single switching unit (e.g. C-SSE), on dedicated switches embedded together with the control unit in a single device (e.g. the SSE itself), etc.

3.1.35

control unit

<of the SSE> all part(s) intended for managing the operation(s) of the switching unit of the SSE, including the operating means or HMI unit

Note 1 to entry: Depending on the type of SSE, the control unit may include different features such as manual operating means, sensing, interlock, synchronization, control of settings, etc. For the purposes of this document, control means do not include means intended for purposes other than controls, e.g. local or remote signalling.

Note 2 to entry: The control unit may be an integral part of the SSE, a standalone unit (to be associated to R-SSE or A-SSE) or a dedicated unit which may be part of a broader system (e.g. an energy efficiency management system). The control unit may be based on the use of mechanical means or electric means or both.

Note 3 to entry: Standalone SSE control units (device) and SSE dedicated control unit (device) may be also named SSE control device, SSE controller, etc.

Note 4 to entry: The control unit may be based on the use of devices covered by their own standards, insofar as such devices are used for the purposes specified.

3.1.36**main circuit**

<of the SSE> all conductive parts of the switching unit included in the circuit which is designed to switch the power sources and to supply the loads

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.4, modified – replacing "circuit-breaker" by "SSE" in the domain, "circuit-breaker" by "switching unit" and "close and open" by "switch the power sources and to supply the loads" in the definition.]

3.1.37**control circuit**

<of the SSE> all conductive parts of the SSE control unit (other than the paths of the main circuit) intended for managing the operation(s) of the switching unit of the SSE

Note 1 to entry: For the purposes of this document, the control circuit does not include means intended for purposes other than controls, e.g. local or remote signalling.

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.5, modified – to fit with the switching function of the SSE and adding Note 1.]

3.1.38**control contact**

<of the SSE> contact included in a control circuit of the SSE for managing the operation(s) of the switching unit remotely

Note 1 to entry: SSE may be provided without control contacts.

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.3.3, modified – to fit with the switching function of the SSE and adding Note 1.]

3.1.39**backup**

action to connect a local source to replace the main power supply to keep the continuity of service

3.1.40**island mode**

operating mode in which the PEI is disconnected from the distribution network

Note 1 to entry: An island mode can be either the result of the action of automatic protections or the result of a deliberate action.

Note 2 to entry: Islanding is the action of disconnecting a PEI from the distribution system.

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.13, modified – Note 2 to entry has been added.]

3.1.41

prosumer's electrical installation

PEI

low-voltage electrical installation connected or not to a distribution network able to operate:

- with local power supplies, and/or
- with local storage units,

and that monitors and controls the energy from the connected sources delivering it to:

- current-using equipment, and/or
- local storage units, and/or
- distribution network

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.7]

3.1.42

rated control circuit supply voltage

U_s

rated voltage applied to energize the power supply terminals of the control circuit

[SOURCE: IEC 60947-1:2020, 3.7.66]

3.1.43

rated control circuit supply current

I_s

rated current applied to energize the power supply terminals of the control circuit

3.1.44

terminal

conductive part of a device, provided for re-usable electrical connection to external circuits

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.3.12]

3.1.45

screw-type terminal

terminal for the connection and subsequent disconnection of a conductor or the interconnection of two or more conductors, capable of being dismantled, the connection being made, directly or indirectly, by means of screws or nuts of any kind

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.3.12.1]

3.1.46

clamping unit

part or parts of a terminal necessary for the mechanical clamping and the electrical connection of the conductor(s)

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.4]

3.1.47

screw terminal

terminal in which the conductor is clamped under the head of one or more screws and where the clamping pressure can be applied directly by the head of the screw or through an intermediate part, such as a washer, a clamping plate or an anti-spread device

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-08]

3.1.48**stud terminal**

screw-type terminal in which the conductor is clamped under a nut

Note 1 to entry: The clamping pressure can be applied directly by a suitably shaped nut or through an intermediate part, such as a washer, a clamping plate or an anti-spread device.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-23]

3.1.49**lug terminal**

screw-type terminal or stud terminal, designed for clamping a cable lug or bar directly or indirectly by means of a screw or nut

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-16, modified – "or stud terminal" added.]

3.1.50**screwless terminal**

connecting device for the connection and subsequent disconnection of a rigid (solid or stranded) or flexible conductor or the interconnection of two conductors capable of being dismantled, the connection being made, directly or indirectly, by means of springs, parts of angled, eccentric or conical form, etc., without special preparation of the conductor concerned, other than removal of insulation

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.6, modified – "screwless-type terminal" replaced by "screwless terminal" in the term, and the word "terminal" has been replaced by "connecting device" in the definition.]

3.1.51**screwless-type terminal**

terminal for the connection and subsequent disconnection obtained directly or indirectly by means of springs, wedges or the like

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, J 3.2, modified – Note 1 to entry has been deleted.]

3.1.52**tapping screw**

screw manufactured from a material having a greater resistance to deformation when applied by rotary insertion to a hole in a material having a lesser resistance to deformation

Note 1 to entry: The screw is made with a tapered thread, the taper being applied to the core diameter of the thread at the end section of the screw.

Note 2 to entry: The thread produced by application of the screw is formed securely only after sufficient revolutions have been made to exceed the number of threads on the tapered section.

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.3.13]

3.1.53**thread-cutting screw**

screw having an interrupted thread which, by screwing in, makes a thread by removing material from the cavity

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.8, modified – Note 1 to entry has been deleted.]

3.1.54

pollution

<of an electrical system> any condition of foreign matter, solid, liquid or gaseous (ionized gases), that can affect dielectric strength or surface resistivity

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.24]

3.1.55

pollution degree

number characterizing the expected pollution of the micro-environment

Note 1 to entry: The pollution degree to which equipment is exposed may be different from that of the macro environment where the equipment is located because of protection offered by means such as an enclosure or internal heating to prevent absorption or condensation of moisture.

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.25, modified – Note 1 to entry has been added.]

3.1.56

switched neutral pole

pole only intended to switch the neutral, and not intended to have a short-circuit capacity

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.7.3]

3.1.57

actuating member

part which is pulled, pushed, turned or otherwise moved to cause an operation of the SSE

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-04-14, modified – The word "switch" has been replaced by "SSE" in the definition.]

3.1.58

electrical energy storage system

EES system

EES

grid-connected installation with defined electrical boundaries, comprising at least one electrical energy storage, which extracts electrical energy from an electric power system, stores this energy internally in some manner and injects electrical energy into an electrical power system and which includes civil engineering works, energy conversion equipment and related ancillary equipment

Note 1 to entry: The EES system is controlled and coordinated to provide services to the electric power system operators or to the electric power system users.

Note 2 to entry: In some cases, an EES system may require an additional energy source (non-electrical) during its discharge, providing more energy to the electric power system than the energy it stored (compressed air energy storage is a typical example where additional thermal energy is required).

Note 3 to entry: "electric power system" is defined in IEC 60050-601:1985, 601-01-01.

[SOURCE: IEC 62933-1:2018, 3.2]

3.1.59

prosumer

<of electricity> entity or party which can be both a producer and a consumer of electrical energy

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.6]

3.1.60**connected mode**

operating mode in which the PEI is connected to the distribution network

EXAMPLE Direct feeding mode, reverse feeding mode or no feeding mode (i.e. without any energy exchange between the PEI and the distribution network).

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.12]

3.1.61**extra-low voltage****ELV**

voltage not exceeding the maximum value of the prospective touch voltage which is permitted to be maintained indefinitely under specified conditions of external influences

[SOURCE: IEC 61140:2016, 3.26]

3.1.62**SELV****SELV system**

electric system in which the voltage cannot exceed the value of extra-low voltage:

- under normal conditions and
- under single fault conditions, including earth faults in other electric circuits

Note 1 to entry: SELV is the abbreviation for safety extra-low voltage.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-28, modified – The term "SELV" has been added.]

3.1.63**PELV****PELV system**

electric system in which the voltage cannot exceed the value of extra-low voltage:

- under normal conditions and
- under single fault conditions, except earth faults in other electric circuits

Note 1 to entry: PELV is the abbreviation for protective extra-low voltage.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-29, modified – The term "PELV" has been added.]

3.2 Additional definitions for NC-SSE and SSE control units (controllers) of C-SSE**3.2.1****rated conditional short-circuit current**

I_{nc}

value of prospective current, stated by the manufacturer, which the SSE, protected by a short-circuit protective device (SCPD) specified by the manufacturer, can withstand satisfactorily for the operating time of this device under specified conditions of use and behaviour

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.5.14.9, modified – replacing "the equipment" by "the SSE", "the test conditions in the relevant product standard" by "specified conditions of use and behaviour", and adding "(SCPD)".]

3.2.2**rated current**

I_n

value of current, assigned to the SSE (or part of the SSE) by the manufacturer, which the device can carry in uninterrupted duty

3.2.3

rated frequency

<of SSE> value of power frequency assigned by the manufacturer for which the SSE is designed

Note 1 to entry: The same device may be assigned a number of rated frequencies.

3.2.4

rated making and breaking capacity

I_m

RMS value of the AC component of prospective current, assigned by the manufacturer, which the SSE can make, carry or break under specified conditions

3.2.5

rated impulse withstand voltage

U_{imp}

value of the impulse withstand voltage assigned by the manufacturer to the equipment or to a part of it, characterizing the specified withstand capability of its insulation against transient overvoltages

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.19]

3.2.6

rated insulation voltage

U_i

value of voltage, assigned by the manufacturer, to which dielectric test voltages and creepage distances are referred

3.2.7

rated voltage

value of voltage assigned by the manufacturer to which its performance is referred

Note 1 to entry: The same SSE may have different rated voltages.

3.2.8

rated operational voltage

U_e

value of voltage assigned by the manufacturer to which its performance (in particular the short circuit performance) is referred

3.2.9

isolation isolating function

function intended to cut off the supply from all or a discrete section of the installation by separating the installation from every source of electrical energy for reasons of safety

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.6.10]

3.3 Additional definitions dedicated to C-SSE

For combined SSE, the following terms and definitions apply in addition to the terms and definitions of the relevant standards.

3.3.1

class SW-SSE

combined SSE capable of making, carrying, and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions, and withstanding short-circuit currents

Note 1 to entry: Such combined SSE is based upon switches according to the IEC 60669 series.

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.3.6, modified – The term "Class PC TSE" has been replaced with "class SW-SSE", and in the definition "transfer switch equipment based on mechanical switching devices, that do not need electrical power to hold the main contacts open or closed and" has been replaced by "combined SSE", removing "making and" and the notes by a new note.]

3.3.2

class CB-SSE

combined SSE capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions and also making, carrying for a specified time and breaking currents under specified abnormal circuit conditions such as those of short-circuit

Note 1 to entry: Such combined SSE is based upon circuit breakers according to IEC 60898-1 or IEC 60898-2.

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.1.4, modified – The term "circuit-breaker" has been replaced with "class CB-SSE", and in the definition, "mechanical switching device" has been replaced by "combined SSE", removing "automatically" and adding the note.]

3.3.3

class CT-SSE

combined SSE based on mechanical switching devices having only one position of rest, operating otherwise than by hand, and capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions, but not breaking short-circuit currents

Note 1 to entry: Such combined SSE is based upon contactors according to IEC 61095:2009.

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.3.8, modified – The term "Class CC TSE" has been replaced with "class CT-SSE", in the definition, "transfer switch equipment" has been replaced by "combined SSE", "but not breaking short-circuit currents" has been added and both notes replaced by a new note.]

4 Classification

4.1 According to the method of operation

- Manually operated SSE: M-SSE;
- Remotely operated SSE: R-SSE;
- Automatically operated SSE: A-SSE;
- A combination of the above methods.

4.2 According to the construction

a) Combined SSE (C-SSE)

- SW-SSE: SSE based on switches complying with the IEC 60669 series;
- CB-SSE: SSE based on circuit-breakers complying with IEC 60898-1 or IEC 60898-2;
- CT-SSE: SSE based on contactors complying with IEC 61095:2009;
- SSE based on different switching devices: Under consideration.

b) Non-combined SSE (NC-SSE)

4.3 According to the kind of current

- For AC use for supplying AC main circuits. For all parts of SSE, the number of phases and the rated frequency shall be specified;
- DC use for supplying DC main circuits (under consideration).

4.4 According to the number of switched poles

- Single pole SSE;
- Two-pole SSE;
- Three-pole SSE;
- Four-pole SSE.

4.5 According to the type of terminals

- SSE with screw-type terminals for external copper conductors;
- SSE with screwless-type terminals for external copper conductors.

4.6 According to the SSE's intended application

- Power backup;
- Energy efficiency management.

4.7 According to coupling method

4.7.1 SSE with synchronization

- SSE with synchronization in one direction (for power backup and energy efficiency management);
- SSE with synchronization in two directions (for energy efficiency management).

4.7.2 SSE with interlock

- SSE with mechanical interlock;
- SSE with electrical interlock;
- SSE with both mechanical and electrical interlocks.

4.7.3 SSE with synchronization and interlock

4.8 According to the transition type

- a) Open transition;
- b) Closed transition.

4.9 According to the possibility to select sources

- a) SSE selecting source 1 or source 2;
- b) SSE allowing two sources to run in parallel. Under consideration.

4.10 According to the utilization category

- a) With utilization category;
- b) Without utilization category.

4.11 According to the possibility to provide an OFF position

- SSE without an OFF position;
- SSE with an OFF position.

4.12 According to the method of mounting

- Surface-type;
- Flush-type;
- Panel-type (also referred to as panel board type or distribution board).

NOTE The panel-type is intended to be rail mounted.

4.13 According to the protection against external influences

- Enclosed-type: Not requiring an appropriate enclosure;
- Unenclosed-type: For use with an appropriate enclosure.

4.14 According to functional categories

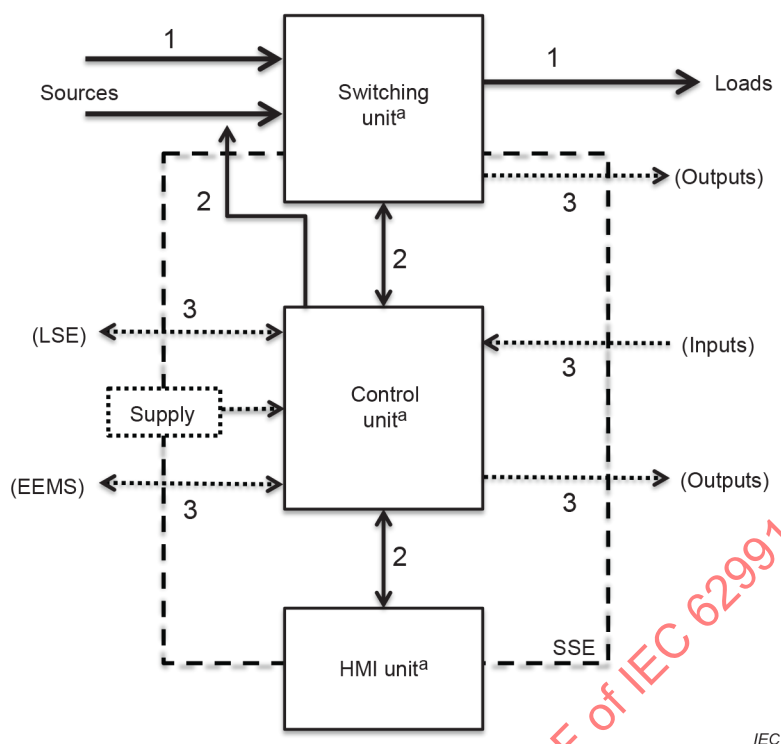
- Manual: SSE with at least all means for manual operations according to 3.1.31;
- Automatic: SSE with at least all means for automatic operations according to 3.1.33;
- EEMS controlled: SSE with at least all means for remote operation according to 3.1.32 and where monitoring means for switching are implemented in the SSE itself.

The functionalities of each functional category are defined in Table 1.

Table 1 – Source switching functional categories

Functions	Manual	Automatic	EEMS controlled
Power backup (network shutdown)	X	X	X
Deviations		X	X
Interlock	X		
Synchronization (open or closed)			X
X: required. Other functions may be implemented e.g. manual means for SSE declared with the functional category "Automatic".			

These functionalities may be embedded in a single unit or in different units. For examples of SSE general architectures, see Figure 3 to Figure 5.

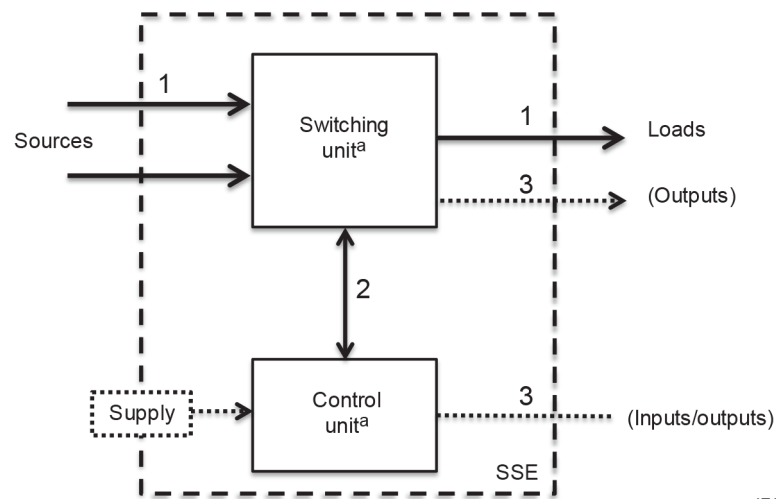


IEC

Key

Switching unit:	may include a mechanical interlock and local operating means	(LSE), (EEMS):	optional communication interfaces with e.g. LSE, EEMS (CEM, HBES), PCS, smart meter (energy provider), etc.
Control unit:	including sensing (2), may include an electrical interlock	(inputs):	optional, e.g. sensors
HMI unit:	hardware, software or both	(outputs):	optional, e.g. signalling
....	optional	Power supply:	optional
^a	may be embedded in a single or different unit(s)	1	main circuits
LSE	Load shedding equipment	2	control circuits (wire or wireless)
CEM	Customer Energy Manager	3	auxiliary circuits (wire or wireless)
HBES	Home and Building Electronic System		

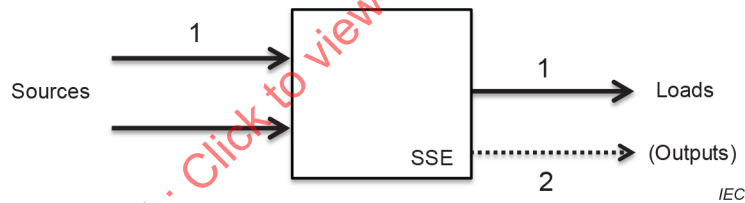
Figure 3 – Example of A-SSE



Key

- | | | | |
|-----------------|--|--------------------|--|
| Switching unit: | may include a mechanical interlock and local operating means | ^a | may be embedded in a single or different unit(s) |
| Control unit: | may include an electrical interlock | (inputs, outputs): | optional |
| | Optional | 1 | main circuits |
| Power supply: | optional | 2 | control circuits (wire or wireless) |
| | | 3 | auxiliary circuits (wire or wireless) |

Figure 4 – Example of R-SSE



Key

- | | | | |
|------------|--|------|---------------------------------------|
| SSE: | including switching unit, mechanical interlock and local operating means | 1 | main circuits |
| (outputs): | optional, e.g. signalling | 2 | auxiliary circuits (wire or wireless) |
| | | | optional |

Figure 5 – Example of M-SSE

5 Characteristics

5.1 General

Wherever applicable, the characteristics of the SSE shall be stated according to 5.2, 5.3 and 5.4.

In the case of different characteristics for positions I, II and OFF, the manufacturer shall state the characteristics for each position.

5.2 Type and characteristics of the equipment

The SSE shall be declared according to:

- the method of operation (M-SSE, R-SSE, A-SSE);
- the construction (C-SSE or NC-SSE);
- in the case of C-SSE, the class of the SSE (class SW-SSE, CB-SSE or CT-SSE);
- the kind of current of main circuits: AC or DC (DC: under consideration);
- in the case of AC current, the number of phases and the rated frequency;
- the number of switched poles;
- the type of terminals (screw-type or screwless-type);
- the intended application (power backup or energy efficiency management);
- the coupling method (synchronization or interlock);
- in the case of interlock method, the type of interlock (mechanical, electrical or both);
- the transition type (open and/or closed transition);
- the suitability to run sources in parallel (under consideration) or sequentially;
- the utilization category;
- the number and the type of main contact positions (2 or 3 positions: I, II and OFF if provided);
- the method of mounting (surface-type, flush-type or panel-type);
- the protection against external influences (enclosed or unenclosed);
- the functional categories (manual, automatic, EEMS controlled);
- the operating sequences (A-SSE).

For NC-SSE, characteristics are defined according to:

- Subclause 5.3.2 for main circuits;
- Subclause 5.3.3 for utilization categories;
- Subclause 5.3.4 for control circuits, including electrical interlocks;
- Subclause 5.3.5 for auxiliary circuits.

For C-SSE, rated values are defined according to:

- Subclause 5.4.2 for main circuits;
- Subclause 5.4.3 for utilization categories;
- Subclause 5.4.4 for control circuits, including electrical interlocks;
- Subclause 5.4.5 for auxiliary circuits.

These circuits may be embedded in different units or devices.

5.3 Characteristics of NC-SSE

5.3.1 General

NC-SSE is normally not intended to provide overcurrent protective function. If it is declared to provide such a function, it shall also comply with IEC 60898-1 (for circuit-breakers for AC operation) or IEC 60898-2 (circuit-breakers for AC and DC operation).

5.3.2 Characteristics of main circuits

5.3.2.1 Type of current

AC or DC (DC: under consideration).

5.3.2.2 Rated operational voltage (U_o)

The preferred values of the rated operational voltages are:

- for AC applications: see Table 2;
- for DC applications: under consideration.

Table 2 – Preferred values of rated voltages

SSE type	Circuit supplying the SSE	Rated voltage of SSE for use in 230 V or 230/400 V or 400 V systems V	Rated voltage of SSE for use in 120/240 V or 240 V systems V
Single pole	Single phase (phase to earthed middle conductor or phase to neutral)	230	120
Two-pole	Single phase (phase to neutral or phase to phase or phase to earthed middle conductor)	230	120
	Single phase (phase to phase)	400	240
	Single phase (phase to phase, three-wire)	-	120/240
	Three phase (four-wire) (230/400 V-system phase to neutral or 230 V-system phase to phase)	230	-
Three-pole	Three phase (three-wire or four-wire) (400 V or 230/400 V or 240 V-system)	400	240
Four-pole	Three phase (four-wire) (230/400 V-system)	400	-
In IEC 60038, the network voltage value of 230/400 V has been standardized. This value should progressively supersede the values of 220/380 V and 240/415 V. Wherever in this document there is a reference to 230 V or 400 V, they may be read as 220 V or 240 V, 380 V or 415 V, respectively. Wherever in this document there is a reference to 120 V or 120/240 V or 240 V, they may be read as 100 V or 100/200 V or 200 V, respectively. Wherever in this document there is a reference to 240 V three phases, it may be read as 100 V or 120/208 V.			

5.3.2.3 Rated insulation voltage (U_i)

Unless otherwise stated, the rated insulation voltage is the value of the maximum rated voltage. In no case shall the maximum rated voltage exceed the rated insulation voltage.

5.3.2.4 Rated impulse voltage (U_{imp})

The rated impulse voltage shall be equal to or higher than the standard values of the rated impulse voltages of Table 3.

Table 3 – Rated impulse voltage as a function of the nominal voltage of the installation

Rated impulse voltage ^a U_{imp} kV	Nominal voltage of the installation		
	Single phase systems	Single phase systems with mid-point earthed	Three-phase systems
	V	V	V
2,5	120	120/240	120/208
4	230	120/240, 240	230/400, 400

^a Values for SSE declared with overvoltage category III according to IEC 60664-1:2020.

5.3.2.5 Rated current (I_n)

The preferred values of the rated current are:

- for AC: 6 A, 8 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A and 125 A;
- for DC: under consideration.

5.3.2.6 Maximum value of the rated current

The maximum value of the rated current of the main circuit is:

- for AC: 125 A (40 A for screwless terminals);
- for DC: under consideration.

5.3.2.7 Rated making and breaking capacity (I_m)

The peak value of the current during the making operation may be higher than the peak value of the steady state current depending on the characteristics of the test circuit (loads) and the instant of closing on the voltage wave.

The rated making and breaking capacity shall:

- for SSE classified according to 4.10 a), be defined according to 5.3.3;
- for SSE classified according to 4.10 b), have a rated value corresponding to the worse conditions defined in 8.6.

For AC, the rated making and breaking capacities are expressed by the RMS value of the AC component of the rated current.

5.3.2.8 Rated frequency

The standard values of the rated frequency are: 50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz.

5.3.2.9 Rated conditional short circuit current (I_{nc})

For SSE to be protected by a short-circuit protective device (SCPD), details of the SCPD shall be indicated by the manufacturer. They shall include the type, rating, and characteristics.

- Standard values for I_{nc} up to 10 000 A: 1 500 A, 3 000 A, 4 500 A, 6 000 A, 10 000 A;

NOTE The values of 1 000 A, 2 000 A, 2 500 A, 5 000 A, 7 500 A and 9 000 A are also considered as standard in some countries.

- Values for I_{nc} above 10 000 A up to and including 25 000 A: the preferred value is 20 000 A.

5.3.3 Utilization categories

Utilization categories define the intended applications of SSE and are characterized by one or more of the following service conditions:

- current(s) expressed as multiple(s) of the rated current;
- voltage(s), expressed as multiple(s) of the rated operational voltage;
- the power-factor.

Utilization categories are defined in Table 4. They are characterized by the values of the currents, voltages, power-factors and other data of Table 10 and 8.7.3, and by the test conditions specified in this document.

SSE may be assigned one or more of the utilization categories given in Table 4 at one or more rated operational voltages.

SSE which are assigned one utilization category or any combination of parameters (such as highest operational voltage and current, etc.) can be assigned another utilization category without testing provided that the test currents, voltages, power-factors, number of operating cycles, ON and OFF-times given in Table 10 and 8.7.3, and the test circuit for the assigned utilization category are not more severe than those at which they have been tested and the temperature-rise has been verified at a current not less than the highest assigned rated current.

Table 4 – Utilization categories

Type of current	Utilization category	Typical loads
AC	AC-7a	Slightly inductive loads
	AC-7b	Motor loads ^a
	AC-7c	Switching of compensated electric discharge lamp control ^b
NOTE 1 Categories are based on Table 1 of IEC 61095:2009. NOTE 2 DC: under consideration. NOTE 3 The utilization categories of IEC 61095:2009 for electromechanical contactors for household and similar purposes are used for reference even if the application of the SSE does not fall into the applications mentioned in this Table 4 but the characteristics of the SSE seem reasonable for such SSE service conditions. A new utilization category for LED applications is under consideration (see IEC 61095:—¹, Table 1). ^a AC-7b category may be used for specific applications with occasional inching (jogging) or plugging for limited time periods; during such limited time periods the number of operations should not exceed 5/min or more than 10 in a 10 minute period. See IEC 61095:2009. ^b This category is similar to a capacitive switching category AC-6b as defined in IEC 60947-4-1:2018 for the switching of capacitor banks, the characteristic being very dependent on the capacitance value of the lamp circuit.		

5.3.4 Characteristics of control circuits, including electrical interlocks

5.3.4.1 General

Switching of the sources may be based:

- on direct monitoring of the sources by the control unit of the SSE itself, and/or
- on signals exchanged with control units of other source monitoring systems, e.g. EEMS, EESS, PV inverters, AC/DC storage systems, etc.

¹ Edition 3 of IEC 61095 currently under preparation. Stage at time of publication: IEC CDV 61095:2022.

Characteristics of control circuits shall be declared, as applicable, according to:

- the rated voltage source deviation (U_d);
- the rated frequency source deviation (f_d);
- the rated phase angle limits (Ph_l).

The rated voltage source deviation and rated frequency source deviation, if any, are the values on which the operating and temperature-rise characteristics of the SSE are based.

For the power supply, the following characteristics shall be declared, as applicable:

- the rated control circuit supply voltage(s) (U_s);
- the rated control circuit supply current(s) (I_s);
- the rated control circuit supply frequency(ies) or DC;
- or, the minimum and maximum values if a range of operation is declared.

Other characteristics may be specified by manufacturers for monitoring the sources, such as:

- monitoring of other power quality characteristics of the sources;
- signals from DSOs;
- signals from an electrical energy management system (EEMS) or other systems.

5.3.4.2 Rated values for power supplies of control circuits

For R-SSE and A-SSE, the minimum and maximum values shall be stated by the manufacturer, as applicable, for:

- the rated control circuit supply voltage (U_s);
- the rated control circuit supply current (I_s);
- the rated control circuit supply frequency(ies) or DC.

These values shall correspond to the operational limits of the SSE's control unit.

5.3.4.3 Rated values for source deviation and phase angle(s) limits

For A-SSE, the manufacturer shall state:

- the voltage source deviations (U_d) and, if applicable, the frequency source deviations (f_d) and phase angle(s) limits (Ph_l) at which switching operations should be initiated;
- the tolerances for voltage deviations and frequency deviations, and for phase angle limits (where applicable) shall be specified by the manufacturer but shall not exceed $\pm 10\%$;
- the nature of the deviations: AC or DC (DC: under consideration).

5.3.4.4 Other monitored source characteristics

If the SSE is able to monitor other characteristics for switching operations of the power sources, the manufacturer shall declare the type of characteristics and, for each characteristic:

- the minimum and maximum values monitored by the control unit corresponding to the limits of the source switching operations of the SSE;
- the deviation values and tolerances at which switching operations may be initiated.

5.3.5 Characteristics of auxiliary circuits

If such circuits are used with auxiliaries defined by IEC International Standards, e.g. IEC 62019 or similar, the manufacturer shall provide relevant characteristics as defined in those International Standards.

The manufacturer shall state the characteristics of all auxiliary circuits, as applicable, e.g.:

- the kind of circuits;
- the rated voltages, or the minimum and maximum rated values;
- the rated currents, or the minimum and maximum rated values;
- the rated frequencies, or the minimum and maximum rated values, or DC.

Example 250 V/10 A max. 50/60 Hz AC, 200 V/5 A max. DC.

5.4 Characteristics of C-SSE

5.4.1 General

The manufacturer shall state the characteristics of the main circuits based on the characteristics mentioned in 5.4.2 to 5.4.4, as applicable.

5.4.2 Characteristics of main circuits

5.4.2.1 Type of current

The rated operational voltage shall be specified: AC or DC (DC: under consideration).

5.4.2.2 Rated operational voltage (U_e)

The rated operational voltage shall be selected as follows:

- for SW-SSE, according to a relevant standard of the IEC 60669 series;
- for CB-SSE, according to IEC 60898-1 or IEC 60898-2;
- for CT-SSE, according to IEC 61095:2009.

5.4.2.3 Rated insulation voltage (U_i)

The rated insulation voltage shall be selected as follows:

- for CB-SSE, according to IEC 60898-1 or IEC 60898-2;
- for CT-SSE, according to IEC 61095:2009.

For SW-SSE, the rated insulation voltage shall not be considered.

5.4.2.4 Rated impulse voltage (U_{imp})

The rated impulse voltage shall be selected as follows:

- for CB-SSE, according to IEC 60898-1 or IEC 60898-2;
- for CT-SSE, according to IEC 61095:2009.

For SW-SSE, the rated impulse voltage shall not be considered.

5.4.2.5 Rated current (I_n)

The rated current shall be selected as follows:

- for SW-SSE, according to a relevant standard of the IEC 60669 series;
- for CB-SSE, according to IEC 60898-1 or IEC 60898-2;
- for CT-SSE, according to IEC 61095:2009.

5.4.2.6 Maximum value of the rated current

The maximum value of the rated current of the main circuit is:

- for AC: 125 A (40 A for screwless terminals);
- for DC: under consideration.

5.4.2.7 Rated making and breaking capacity (I_m)

The rated making and breaking capacity shall be selected as follows:

- for SW-SSE, according to a relevant standard of the IEC 60669 series;
- for CB-SSE, according to IEC 60898-1 or IEC 60898-2;
- for CT-SSE, according to IEC 61095:2009.

5.4.2.8 Rated frequency

The rated frequency shall be selected as follows:

- for SW-SSE, according to a relevant standard of the IEC 60669 series;
- for CB-SSE, according to IEC 60898-1 or IEC 60898-2;
- for CT-SSE, according to IEC 61095:2009.

5.4.2.9 Rated conditional short circuit current (I_{nc})

The rated conditional short circuit current shall be selected as follows:

- for SW-SSE, according to a relevant standard of IEC 60669 series;
- for CT-SSE, according to IEC 61095:2009.

For CB-SSE, the rated conditional short-circuit current shall not be considered.

5.4.3 Utilization categories

Utilization categories shall be selected according to IEC 61095:2009.

NOTE For SW-SSE and CB-SSE, utilization categories do not apply.

5.4.4 Characteristics of control circuits, including electrical interlocks

The manufacturer shall state the characteristics of control circuits based on 5.3.4, as applicable.

If such circuits are used with control devices defined by IEC International Standards, e.g. IEC 62019 or similar, the manufacturer shall provide relevant characteristics as defined in those International Standards.

5.4.5 Characteristics of auxiliary circuits

The manufacturer shall state the characteristics of all auxiliary circuits as following:

- for auxiliaries of SW-SSE, according to a relevant standard of the IEC 60669 series;
- for auxiliaries of CB-SSE, according to a relevant standard defined for circuits breakers according to IEC 60898-1 or IEC 60898-2;
- for auxiliaries of CT-SSE, according to IEC 61095:2009;
- or based on 5.3.5 of this document, as applicable.

6 Markings and product information

Identification of SSE shall comply with Table 5.

Table 5 – Requirements and position for markings and other product information

	Marking or information item	Markings on the product		Product information in the documentation
		NC-SSE	C-SSE ^c	
a	Manufacturer's name or trademark	✓ ^b	✓ ^b	X
b	Type designation, catalogue number or serial number	✓ ^b	✓ ^b	X
c	Rated voltage(s) and symbol for the nature of voltage(s) ^a	✓ ^b		X
d	Rated current(s) (I_n) ^a	✓ ^d	✓ ^d	X
e	Rated impulse withstand voltage (for CB-SSE and CT-SSE)			X
f	Rated frequency ^e	✓ ^b		X
g	Rated making and breaking capacity in amperes (I_m) ^a	✓ ^b		X
h	Degree of protection (only if different from IP 20)	✓ ^b	✓ ^b	X
i	Position/orientation of use, if necessary			X
j	Wiring diagram, unless correct connection mode is evident	✓ ^b	✓ ^b	X
k	Voltage source deviations and, if applicable, the frequency source deviations and phase angle(s) limits ^a			X
l	C-SSE class (SW-SSE, CB-SSE or CT-SSE)			X
m	Length of insulation to be removed before the insertion of the conductor into the screwless type terminal, if applicable	X	X	X
n	Symbol "r" for the suitability to accept rigid conductors only ^f	X	X	X
o	Method(s) of operation (M-SSE, R-SSE, A-SSE)			X
p	Indication of switch(es) positions	X		X
q	SCPD characteristics ^{a, g}			X
r	Rated conditional short circuit current (I_{nc}) ^{a, g}	✓ ^b		X
s	Rated control circuit supply voltage(s), rated control circuit supply current(s), rated control circuit supply frequency and symbol for the nature of the supply, as applicable		✓ ^b	X
t	Intended application (power backup or energy efficiency management)			X
u	Coupling method (synchronization, interlock or both) and direction of operations with synchronization, if supplied			X
v	Type of interlock (mechanical or electrical)			X
w	Transition type (open or closed transition)			X

	Marking or information item	Markings on the product		Product information in the documentation
		NC-SSE	C-SSE ^c	
x	Suitability to run sources in parallel (under consideration) or sequentially			X
y	Utilization categories and corresponding current(s) ^a			X
z	Operating sequences, if any			X
X: applies. V: visible once installed. ^a For each unit, if relevant, e.g. for each switching unit if provided with different ratings. ^b If, for small devices, the available space is insufficient, these markings may not be visible. ^c Markings of the control unit (for switching units, markings of the relevant standard apply). ^d Marking of the interlock. ^e SSE with more than one rated frequency (e.g. 50/60 Hz) shall be marked accordingly. ^f External terminals for copper conductors with no marking are considered suitable for both rigid and flexible conductors. ^g For NC-SSE and for C-SSE class SW-SSE and CT-SSE.				

If SSE is provided with embedded functions covered by other standards (e.g. overcurrent protection), identification of such functions shall comply with the relevant standards. Relevant standards shall be stated by manufacturers in the technical documentation.

Correct indication of the terminals for the sources and the loads shall be provided.

Terminals intended for the protective conductor, if any, shall be indicated by the symbol  (IEC 60417-5019:2006-08).

In the case of C-SSE delivered to the customer unassembled or partially assembled, the manufacturer shall provide instructions for proper assembly and commissioning of the SSE necessary to ensure their correct operation.

Markings shall be easily legible, durable and indelible. They shall not be placed on screws, washers or other removable parts.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.2. Markings made by impression, moulding or engraving are not subjected to this test.

7 Standard conditions for operation in service

7.1 General

SSE complying with this document shall be capable of operating under the following standard conditions.

For C-SSE, Clause 7 also applies except for switching units and auxiliary units which are already covered by the IEC 60669 series (for SW-SSE), by IEC 60898-1 or IEC 60898-2 (for CB-SSE) or by IEC 61095:2009 (for SW-SSE), as relevant. However, this Clause 7 applies to the complete system of C-SSE for operational performances requirements and tests (see 8.7 and 9.11).

7.2 Ambient temperature range in normal use

SSE is suitable for normal use at ambient temperatures not normally exceeding 40 °C, with an average value over a period of 24 h not exceeding 35 °C, and with a lower limit of the ambient air temperature of –5 °C.

NOTE This temperature range corresponds to "AA4" of Table 51A of IEC 60364-5-51:2005 with the high air temperature restricted to 40 °C.

Equipment intended to be used in ambient air temperatures above +40 °C (particularly in tropical countries) or below –5 °C can either be specially designed or be used according to the information given by manufacturers in their technical documentation.

7.3 Relative humidity

Unless otherwise specified, the maximum relative humidity of air does not exceed 50 % at the temperature of 40 °C.

Higher relative humidity values are admitted at lower temperatures (for example 90 % at 20 °C).

Care should be taken by appropriate means (for example drain holes) of moderate condensation which may occasionally occur due to variations in temperature.

7.4 Altitude

Unless otherwise specified, SSE is intended to be installed at an altitude not higher than 2 000 m (6 600 ft).

For installations at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and of the cooling effect of the air. Equipment intended to be so used shall be designed specially or used according to an agreement between manufacturer and user. Information by manufacturers in their technical documentation may take the place of such an agreement.

7.5 Conditions of installation

SSE shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

7.6 Pollution degree

SSE complying with this document is intended for an environment with pollution degree 2, i.e. an environment in which normally only non-conductive pollution occurs; occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation may be expected.

8 Requirements for construction and operation

8.1 General

SSE complying with this document shall be capable of operating under the requirements of this Clause 8. SSE shall be able:

- to switch sources according to one or more of the following use cases, as declared:
 - from one source (e.g. one local source or distribution network) to another source (e.g. alternative local source);
 - from connected mode (i.e. connected to the distribution network) to island mode (e.g. local source or storage);

- from island mode to connected mode;

NOTE 1 Additional requirements can be necessary for SSE when used for the "switching device for islanding" (SDFI) function.

- and/or to charge batteries from local production sources and/or from the grid.

SSE shall be classified according to Clause 4. Based on the declared classification,

- for NC-SSE, Clause 8 of this document applies to all relevant units;
- for C-SSE, Clause 8 of this document:
 - does not apply, except if otherwise stated, to switching units which are already covered by:
 - i) IEC 60669 series (for SW-SSE), or
 - ii) IEC 60898-1 or IEC 60898-2 (for CB-SSE), or
 - iii) IEC 61095:2009 (for CT-SSE);
 - applies, except if otherwise stated, to control units;
 - applies to all other units and to connecting accessories, as applicable and if not already covered by a relevant standard (e.g. interlock means), delivered assembled in the factory or to be assembled on site (e.g. see Figure 3 to Figure 5);
 - applies to the complete system whenever stated in relevant clauses, e.g. requirements for operational performance.

Application of the respective subclauses is defined in Annex D, Table D.1.

NOTE 2 These exceptions for C-SSE aim to prevent conducting new tests on units already covered by a relevant standard as listed above.

8.2 Mechanical design

8.2.1 General

SSE shall not cause danger to the user or to surroundings and its use shall be reliable.

Where different ratings are declared for positions I and II, each position shall be tested accordingly.

8.2.2 Constructional requirements

8.2.2.1 Mechanical requirements for insulating means

Insulating linings, barriers and the like shall have adequate mechanical strength and shall be secured in a reliable manner.

Compliance is checked by inspection after the tests of 9.3.1.

8.2.2.2 Installation requirements

SSE shall be constructed to allow:

- easy and reliable connection of the conductors to the terminals;

NOTE 1 Screw terminals shown complying with 8.2.6 are considered suitable for reliable connection of the conductors.

- easy installation in enclosures or fixing to a wall.

NOTE 2 This requirement does not imply that the metal parts of the terminals are necessarily protected by insulation barriers or insulating shoulders, to avoid contact, due to incorrect installation of the terminal metal parts, with the insulation of the conductor.

Surface-type SSE shall be constructed so that the fixing means do not damage the insulation of the cables during the installation.

Compliance is checked by inspection and by an installation test using conductors of the largest cross-sectional area specified, for the relevant ranges of rated currents, as given in Table 6.

NOTE 3 For surface-type SSE, mounted on a mounting plate, a wiring channel can be needed to comply with this requirement.

Table 6 – Cross-sectional areas (S) of test copper conductors corresponding to the rated currents

S mm ²	Values of the rated current I_n A
1	$I_n \leq 6$
1,5	$6 < I_n \leq 13$
2,5	$13 < I_n \leq 20$
4	$20 < I_n \leq 25$
6	$25 < I_n \leq 32$
10	$32 < I_n \leq 50$
16	$50 < I_n \leq 63$
25	$63 < I_n \leq 80$
35	$80 < I_n \leq 100$
50	$100 < I_n \leq 125$
NOTE For the correspondence between ISO and AWG copper conductors, see Annex B.	

In addition, for SSE comprising screwless terminals, the connecting and/or disconnecting means of the screwless terminals cannot be activated by the conductors during and after installation.

NOTE 4 This requirement does not imply that the connecting and/or disconnecting means cannot be touched by the conductors.

NOTE 5 This requirement can be met by the placement of the connecting and/or disconnecting means and/or the use of protective barriers or shoulders placed around the connecting and/or disconnecting means.

Compliance is checked by inspection and, in case of doubt, by the tests of 9.3.2.

8.2.2.3 Fixings of covers, cover plates and actuating members

Covers, cover plates and actuating members or parts of them, which are intended to ensure protection against electric shock, shall be held in place at two or more points by effective fixing.

Covers, cover plates and actuating members or parts of them may be fixed by means of a single fixing, for example by a screw, provided that they are held in place by another means (for example by a shoulder).

It is recommended that the fixings of covers, cover plates or actuating members be captive. The use of tight-fitting washers of cardboard or the like is deemed to be an adequate method for securing screws intended to be captive.

Non-earthed metal parts, separated from live parts in such a way that creepage distances and clearances have values specified in Table 7, are not considered as accessible if the requirements of 8.2.2.3 are met.

Compliance is checked in accordance with 9.3.3.

8.2.2.4 Attachment of knobs

Knobs and the like shall be securely fixed in a reliable manner so that they will not work loose in normal use, if loosening may result in a hazard. If knobs or the like are used for indication purposes, it shall not be possible to set them in a wrong position if this may result in a hazard.

This test is not required if protection against electric shocks according to 8.3 is ensured and if insulation according to 8.2.4 and 8.4 is maintained when the knobs (or the like) are removed. In this case, requirements of this Subclause 8.2.2.4 are considered to be met.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.3.4.

8.2.2.5 Mounting means

Screws or other means for mounting the SSE on a surface or in an enclosure shall be easily accessible. These means shall not serve any other fixing purpose.

Compliance is checked by inspection, and if necessary, by a manual test to assess the accessibility of mounting means, e.g. using a screwdriver to access screws or with a similar tool as intended.

8.2.2.6 Accessories

Accessories combined with SSE or to be used with SSE, if any, shall comply:

- with their relevant standard, or
- if no relevant standard, with this document.

8.2.3 Mechanism and operating means

8.2.3.1 General

Whatever its mode of operation (see 4.6), its status (e.g. automatic mode, remotely controlled or not) or its construction (C-SSE or NC-SSE), it shall always be possible:

- to clearly know the operating status of the SSE;
- to take over any automatic or remote-controlled mode to manually control the SSE locally, except if it is provided with a basic operating mode.

The status of the SSE shall be clearly indicated by appropriate and dedicated means and be reliable.

The mode status of SSE in automatic mode and SSE remotely controlled shall also be provided with local indication means.

For NC-SSE compliance is checked by all the tests of 8.2.3.2 to 8.2.3.8, as applicable, and by the inspection of status indicators.

For C-SSE, compliance is checked according to 8.2.3.8.

8.2.3.2 Indication of the position

If any, the actuating member of SSE, when released, shall automatically take up the position corresponding to that of the moving contacts.

Compliance is checked by inspection and by a manual test.

8.2.3.3 Rest position

SSE with moving contacts shall be so constructed that the moving contacts can come to rest only in the "ON" (closed positions) position and, when provided, in the "OFF" (open position) position. No intermediate positions are allowed for the rest position.

NOTE SSE can have 1, 2 or more "ON" positions".

Compliance is checked by inspection and by manual tests.

8.2.3.4 Making and breaking of the neutral pole

If the neutral pole is switched, switching of the neutral pole of four-pole SSE shall not close after and shall not open before other poles.

Compliance is checked by inspection and by manual test, using any appropriate means (e.g. indicator lights, oscilloscope, etc.).

8.2.3.5 Action of the mechanism without cover or cover plate

The action of the mechanism shall not be influenced by the position of enclosures or covers and shall be independent of any removable part.

Compliance is checked by connecting the specimen (sample), without cover or cover plate fitted, in series with a lamp and by pressing the actuating member without undue force as in normal use. During the test, the lamp shall not flicker.

NOTE A cover sealed in position by the manufacturer is considered to be a non-removable part.

8.2.3.6 Fixings and removal of operating means

If the cover is used as a guiding means for push-buttons or the like, it shall not be possible to remove them from the outside of the SSE.

Operating means shall be securely fixed, and it shall not be possible to remove them without the aid of a tool. Operating means directly fixed to covers are allowed.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

8.2.3.7 Locking

When mechanical means are provided or specified by the manufacturer to lock the operating means in the open position, locking in that position shall only be possible when the main contacts are in the open position.

Compliance is checked by inspection, considering the instructions of the manufacturer.

8.2.3.8 Status indicators

Correct indication of such means is checked as follows:

- *at minimum, during 3 cycles at the beginning and at the end of the tests according to 9.10 (for NC-SSE only);*
- *during tests according to 9.11.2 and 9.11.3 (as applicable for tests according to 9.11.3.6);*
- *during at least 3 cycles at the end of tests according to 9.11.4.*

8.2.4 Clearances and creepage distances and distances through sealing compound

8.2.4.1 General

The minimum required clearances and creepage distances are given in Table 7 which is based on SSE designed for operating in an environment with pollution degree 2.

Parts of PCBs connected to live parts and protected against pollution using a type 2 protection according to IEC 60664-3 are exempted from this verification.

The insulating materials are classified into material groups based on their comparative tracking index (CTI) according to IEC 60664-1:2020.

NOTE 1 The comparative tracking index (CTI) is declared by the manufacturer based on tests carried out on the insulating material.

NOTE 2 Information on the requirements for design of solid insulation is provided in IEC 60664-1:2020.

For clearances on printed wiring material, footnote c in Table F.2 of IEC 60664-1:2020 applies. For creepage distances on printed wiring material, the distances from Table F.5 of IEC 60664-1:2020 for pollution degree 1 can be applied only if protected with a coating meeting IEC 60664-3 requirements and tests.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62991:2022

Table 7 – Minimum clearances and creepage distances

	Minimum clearances ^j			Minimum creepage distances ^{e, f, j}											
	mm			mm											
				Group IIIa ^h				Group II				Group I			
				(175 V ≤ CTI < 400 V) ^d				(400 V ≤ CTI < 600 V) ^d				(600 V ≤ CTI) ^d			
	U_{imp}			Working voltage ^e											
	[V]			[V]											
	2,5 kV	4 kV	4 kV												
Item description	120/240 120	120/240 240	230/400 230 400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400
1. between live parts which are separated when the main contacts are in open position ^a	1,5	3,0	3,0	1,2	2,0	4,0	4,0	0,9	2,0	4,0	4,0	0,6	2,0	4,0	4,0
2. between live parts of different polarity ^a	1,5	3,0	3,0	1,2	1,5	3,0	4,0	0,9	1,5	3,0	3,0	0,6	1,5	3,0	3,0
3. between circuits supplied from different sources, one of which being PELV or SELV ^g	3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0
				Rated voltage											
				[V]											
				120/240	230/400			120/240	230/400			120/240	230/400		
4. between live parts and															
– accessible surfaces of operating means															
– screws or other means for fixing covers which have to be removed when mounting the SSE															
– the surface on which the SSE is mounted ^b	1,5	3,0	3,0	1,5		4,0		1,5		3,0		1,5		3,0	
– screws or other means for fixing the SSE ^b															
– metal covers or boxes ^b															
– other accessible metal parts ^c															
– metal frames supporting flush-type SSE															

The values given for 400 V are also valid for 440 V.

The parts of the neutral path, if any, are considered to be live parts.

Care should be taken to provide adequate clearances and creepage distances between live parts of different polarity of SSE.

a	For auxiliary and control contacts, values are given in the relevant standard.
b	The values are doubled if clearances and creepage distances between live parts of the device and the metallic screen or the surface on which the SSE is mounted are not dependent on the design of the SSE only, so that they can be reduced when the SSE is mounted in the most unfavourable condition.
c	Including a metal foil in contact with the surfaces of insulating material which are accessible after installation for normal use. The foil is pushed into corners, grooves, etc., by means of a straight unjointed test finger (see Figure 20).
d	See IEC 60112.
e	Interpolation is allowed in determining creepage distances corresponding to voltage values intermediate to those listed as working voltage. When interpolating, linear interpolation shall be used and values shall be rounded to the same number of digits as the values taken from this table. For determination of creepage distances, see Annex C.
f	Creepage distances cannot be less than the associated clearances.
g	To cover all different voltages including ELV in an auxiliary contact.
h	For material group IIIb ($100 \text{ V} \leq \text{CTI} < 175 \text{ V}$) the values for material group IIIa multiplied by 1,6 apply.
i	For working voltages up to and including 25 V reference may be made to IEC 60664-1:2020.
j	Values for SSE declared with overvoltage category III according to IEC 60664-1:2020.

8.2.4.2 Clearances

Compliance for item 1 in Table 7 is checked by measurements according to 9.4.

Clearances of items 2 and 4 in Table 7 (except accessible surface after installation, see Note below in 8.2.4.2) may be reduced provided that the measured clearances are not shorter than the minimum values allowed in IEC 60664-1:2020 for homogenous field conditions.

NOTE Accessible surface after installation means any surface accessible by the user when the SSE is installed according to the manufacturer's instructions. The test finger can be applied to determine whether a surface is accessible or not.

Compliance for items 2 and 4 in Table 7 is checked by measurements according to 9.4 and, if clearances are reduced, by the tests of 9.8.6.2.

Compliance for item 3 in Table 7 is checked by measurements according to 9.4.

8.2.4.3 Creepage distances

Compliance for items 1, 2, 3 and 4 is checked by measurements according to 9.4.

All measurements according to 8.2.4 are carried out in Test Sequence A on one sample. Tests according to 9.8.3, 9.8.4, 9.8.5, and 9.8.6 are carried out in Test Sequence C on three samples according to Table D.1.

8.2.4.4 Solid insulation

Compliance is checked by the tests according to 9.8.3, 9.8.4, 9.8.5, and 9.8.6 as applicable.

8.2.4.5 Insulating compound

Insulating compound shall not protrude above the edge of the cavity in which it is contained.

Compliance is checked by inspection.

8.2.5 Screws, current-carrying parts and connections

8.2.5.1 General

Connections, whether electrical or mechanical, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Screws operated when mounting the SSE during installation shall not be of the thread-cutting type.

NOTE 1 Screws (or nuts) which are operated when mounting the SSE include screws for fixing covers or cover-plates, but not connecting means for screwed conduits and for fixing the base of SSE.

NOTE 2 Screwed connections are considered as checked by the tests of 9.9, 9.12 and 9.15.

Compliance is checked by inspection and by manual tests according to 8.2.5.2, 8.2.5.3 and 8.2.5.4, as applicable, and, for screws and nuts which are operated when connecting the SSE, by the tests of 9.5.

8.2.5.2 Screws in engagement with a thread of insulating material

For screws in engagement with a thread of insulating material and which are operated when mounting the SSE during installation, correct introduction of the screw into the screw hole or nut shall be ensured.

Compliance is checked by inspection and by a manual test.

The requirement with regard to correct introduction is met if introduction of the screw in a slanting manner is prevented, for example by guiding the screw by the part to be fixed, by a recess in the female thread or by the use of a screw with the leading thread removed.

8.2.5.3 Electrical connections

Electrical connections shall be so designed that contact pressure is not transmitted through insulating material other than ceramic, pure mica or other material with characteristics no less suitable, unless there is sufficient resilience in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulating material.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The suitability of the material is considered in respect of the stability of the dimensions.

8.2.5.4 Current-carrying parts

Current-carrying parts including parts intended for protective conductors, if any, shall be made of a metal having, under the conditions occurring in the equipment, mechanical strength, electrical conductivity and resistance to corrosion adequate for their intended use.

Examples of suitable materials are given below:

- copper;
- an alloy containing at least 58 % copper for parts worked cold, or at least 50 % copper for other parts;
- other metal or suitably coated metal, no less resistant to corrosion than copper and having mechanical properties no less suitable.

If ferrous alloys or suitably coated ferrous alloys are used, compliance to resistance to corrosion is checked by a test of resistance to rusting according to 9.14.

The requirements of this Subclause 8.2.5.4 do not apply to contacts, magnetic circuits, heater elements, bimetals, shunts, parts of electronic devices, nor to screws, nuts, washers, clamping plates, similar parts of terminals and parts of the test circuit.

Compliance is checked by inspection in accordance with manufacturer's documentation.

8.2.6 Terminals for external conductors

8.2.6.1 Terminals for external conductors shall be such that the conductors may be connected so as to ensure that the necessary contact pressure is maintained permanently.

Connection arrangements intended for busbar connection are admissible, provided they are not used for the connection of cables.

Such arrangements may be either of the plug-in or of the bolt-on type.

The terminals shall be accessible under the intended conditions of use.

Compliance is checked by inspection, by the tests of 9.6 for screw-type terminals, and by the tests of IEC 62873-3-1 for screwless-type terminals, as relevant for the type of connection.

8.2.6.2 SSE shall be provided with either:

- terminals which shall allow the connection of copper conductors having nominal cross-sectional areas as shown in Table 8; or
- terminals for external untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors according to IEC 62873-3-3.

Table 8 – Connectable cross-sections of copper conductors for screw-type terminals

Rated current ^{a)} A		Range of nominal cross-section to be clamped ^{b)} mm ²	
Greater than	Up to and including	Rigid (solid or stranded ^{c)}) conductors	Flexible conductors
6	6	0,75 to 1,5	0,75 to 1,5
13	13	1 to 2,5	1 to 2,5
16	16	1 to 4	1 to 4
25	25	1,5 to 6	1,5 to 6
32	32	2,5 to 10	2,5 to 6
50	50	4 to 16	4 to 10
80	80	10 to 25	10 to 16
100	100	16 to 35	16 to 25
	125	25 to 50	25 to 35

NOTE Information on AWG is given in Annex B.

^{a)} A range of SSE having the same fundamental design and having the same design and construction of terminals, the terminals are fitted with copper conductors of the smallest cross-section for the minimum rated current and largest cross-section for the maximum rated current, as specified, solid and stranded, as applicable.

^{b)} It is required that, for current ratings up to and including 50 A, terminals be designed to clamp solid conductors as well as rigid stranded conductors. Nevertheless, it is permitted that terminals for conductors having cross-sections from 1 mm² up to 6 mm² be designed to clamp solid conductors only.

^{c)} Rigid stranded conductors shall be used for conductors having cross-sections from 1,5 mm² up to 50 mm² and shall be in compliance with Class 2 of IEC 60228, related to stranded conductors for single-core.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by fitting, in turn, one conductor of the smallest cross-sectional area and one of the largest cross-sectional area as specified in Table 8.

8.2.6.3 The means for clamping the conductors in the terminals shall not serve to fix any other component, although they may hold the terminals in place or prevent them from turning.

Compliance is checked by inspection.

8.2.6.4 Terminals for rated currents up to and including 32 A shall allow the conductors to be connected without special preparation.

Compliance is checked by inspection.

The term "special preparation" covers soldering of wire of the conductor, use of cable lugs, formation of eyelets, etc., but not the reshaping of the conductor before its introduction into the terminal or the twisting of a flexible conductor to consolidate the end.

8.2.6.5 Terminals shall have adequate mechanical strength.

Screws and nuts for clamping the conductors shall have a metric ISO thread or a thread comparable in pitch and mechanical strength.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.5 and 9.6.2.

8.2.6.6 Terminals shall be so designed that they clamp the conductor without undue damage to the conductor.

Compliance is checked by inspection and by the test of 9.6.3.

8.2.6.7 Terminals shall be so designed that they clamp the conductor reliably and between metal surfaces.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.5 and 9.6.2.

8.2.6.8 Terminals shall be so designed or positioned that neither a rigid solid conductor nor a wire of a stranded conductor can slip out while the clamping screws or nuts are tightened.

This requirement does not apply to lug terminals.

Compliance is checked by the test of 9.6.4.

8.2.6.9 Terminals shall be so fixed or located that, when the clamping screws or nuts are tightened or loosened, their fixings do not work loose.

These requirements do not imply that the terminals shall be so designed that their rotation or displacement is prevented, but any movement shall be sufficiently limited so as to prevent non-compliance with the requirements of this document.

The use of sealing compound or resin is considered to be sufficient for preventing a terminal from working loose, provided that

- the sealing compound or resin is not subject to stress during normal use;
- the effectiveness of the sealing compound or resin is not impaired by temperatures attained by the terminal under the most unfavourable conditions specified in this document.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by the test of 9.5.

8.2.6.10 Clamping screws or nuts of terminals intended for the connection of protective conductors shall be adequately secured against accidental loosening and it shall not be possible to unclamp them without the use of a tool.

Compliance is checked by a manual test.

8.2.6.11 Screws and nuts of terminals intended for the connection of external conductors shall be in engagement with a metal thread and the screws shall not be of the tapping screw type.

Compliance is checked by inspection.

8.3 Protection against electric shock

Live parts of the SSE shall not be accessible when it is mounted and wired as in normal use and even after removal of parts which may be removed without the use of a tool.

A part is considered accessible if it can be touched by the test finger (see 9.7).

External parts, other than screws or other means for fixing covers and labels, which are accessible when they are mounted and wired as for normal use, shall either be made of insulating material or be lined throughout with insulating material, unless the live parts are within an internal enclosure of insulating material.

Linings shall be fixed in such a way that they are not likely to be lost during installation. They shall have adequate thickness and mechanical strength and shall provide adequate protection at places where sharp edges occur.

Inlet openings for cables or conduits shall either be made of insulating material or be provided with bushings or similar devices of insulating material. Such equipment shall be reliably fixed and shall have adequate mechanical strength.

Push-buttons and the like shall be made of insulating material. Metallic operating means, if any, shall be insulated from live parts and their exposed conductive parts shall be covered by insulating material.

Compliance is checked by inspection and by tests of 9.7.

8.4 Dielectric properties

8.4.1 General

SSE shall have the adequate dielectric properties for its intended use.

8.4.2 Dielectric properties

The insulation resistance and dielectric strength of SSE shall be adequate.

Compliance is checked by the tests of 9.8.3 to 9.8.6.

8.5 Temperature-rise

SSE shall be so constructed that the temperature rise in normal use is not excessive.

Metal parts and the design of the contacts shall not be adversely affected by oxidation or any other deterioration.

NOTE Corrosion is not concerned.

Compliance of NC-SSE is checked by the tests of 9.9. Temperature-rise of the different parts of the SSE, including control circuits and other means that form part of the SSE, shall not exceed values of Table 9.

NOTE For C-SSE, switching units are supposed to comply with relevant IEC product standards (see 4.2 and 8.1). Thus, temperature rises for switching units of C-SSE are supposed to be sufficiently covered by their standards and by performance tests according to 9.11 of this document.

Table 9 – Temperature-rise values

Parts ^a	Temperature-rise K
Terminals for external connections ^b	60
External parts liable to be touched during manual operation of the SSE, including operating means of insulating material and metallic means for coupling insulated operating means of several poles	40
External metallic parts of operating means	25
Other external parts, including that face of the SSE in direct contact with the mounting surface	60
^a No value is specified for parts other than those listed, but no damage shall be caused to adjacent parts of insulating materials, and the operation of the switching unit shall not be impaired.	
^b For plug-in type SSE, the terminals of the base on which they are installed.	

8.6 Making and breaking capacity

NC-SSE shall have an adequate making and breaking capacity.

NOTE For C-SSE, switching units are supposed to comply with relevant IEC product standards (see 4.2 b) and 8.1). Thus, making and breaking capacity for switching units of C-SSE are supposed to be sufficiently covered by their standards and by performance tests on complete C-SSE according to 9.11 of this document.

SSE assigned with a utilization category according to 5.3.3 shall be capable of making and breaking currents under the conditions stated in Table 10 for the relevant utilization categories.

For SSE declared for operations in open transition, the values of OFF-time and ON-time given in Table 10 and Table 11 shall not be exceeded.

For SSE declared for operations in closed transition, OFF-time and ON-time do not apply.

Table 10 – Making and breaking conditions for tests of making and breaking capacities

Utilization category	Make and break conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^a$	ON-time ^b s	OFF-time s	Number of operating cycles
AC-7a	1,5	1,05	0,80	0,05	^c	50
AC-7b	8, 0	1,05	0,45	0,05	^c	50
AC-7c ^d	1,5	1,05	0,90	0,05	^c	50

I_c Current made and broken. The making current is expressed as AC RMS symmetrical values, but it is understood that the actual peak value during the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value.

U_r Power frequency recovery voltage.

$\cos \varphi$ is the power factor of the test circuit.

^a Tolerance for $\cos \varphi$ is $\pm 0,05$.

^b Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-operating.

^c See Table 11.

^d Tests shall be done with a specific test circuit (see 9.3.3.5.2, item d) 2) of IEC 61095:2009).

Table 11 – OFF-time durations for the verification of making and breaking capacities for utilization categories

Current broken I_c A	OFF-time duration s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80
$800 < I_c \leq 1\,000$	100

Values of OFF-time duration can be reduced. However, reducing this value may lead to more stringent tests. Thus, this can be done only with the agreement of the manufacturer.

Other SSE declared according to 4.10 b) (no utilization category) shall be capable of making and breaking currents without failure under the conditions of AC-7a of Table 10.

Compliance is checked by the tests of 9.10.

8.7 Performances

8.7.1 General

C-SSE and NC-SSE shall be able to operate and to switch the sources as intended under normal conditions of use.

Based on their classification, R-SSE and A-SSE shall initiate the transfer of the sources considering, as applicable:

- the availability of the sources;
- the deviations of voltage and, if specified, deviations of frequency and phase angle(s) limits;
- deviations of other characteristics, if specified;
- incoming signals from other systems.

For A-SSE and remotely controlled SSE where no means are made available locally to disable any automatic mode or remote control, the SSE shall ensure a basic operating mode to prevent possible communication loss between the control unit of the SSE unit and remote or automatic controls.

Compliance is checked by meeting the relevant requirements of 8.7.2 and 8.7.3

8.7.2 Operating conditions

8.7.2.1 General

For M-SSE, 8.7.2.2 applies.

For R-SSE and A-SSE, both 8.7.2.2 and 8.7.2.3 apply, as relevant.

8.7.2.2 Operating mechanism

SSE declared to operate with an interlock according to 4.7.2 shall be provided with an interlock to prevent simultaneous connection of two sources under any condition.

M-SSE shall be provided with a mechanical interlock.

For R-SSE and A-SSE, the interlock may be mechanical and/or electrical.

Removal of covers, cover plates, actuating members, doors, or access panels shall not result in defeating the interlock. Unintentional overriding of the interlock shall not be possible.

Compliance for correct operation is checked by tests according to 9.11.1, 9.11.2.1 and 9.11.2.2

In addition, for SSE with open transition, SSE shall be designed to ensure the power is completely removed from one source before reclosing the second source. Contact transfer time shall be within the limits specified by the manufacturer. For NC-SSE and CT-SSE, the minimum contact transfer time value shall not be less than 50 ms.

For SSE declared with open transition, compliance for correct operation with regard to the transfer time is checked by tests according to 9.11.2.3.

8.7.2.3 Controls, sequences and limits of operations

8.7.2.3.1 General

Switching to another source (e.g. from source 1 to source 2, or reverse) shall only occur if conditions of the source are stable and within conventional limits of voltage and frequency, as stated by the manufacturer.

In addition, for SSE declared to operate with synchronization according to 4.7, operations shall be initiated when both sources are synchronized.

For SSE supplied with means to adjust settings, e.g. deviation limits or delays of operations, or to change operating sequences or scenarios, etc., these means should be tested for relevant configurations as declared by the manufacturer.

Compliance is checked by meeting requirements 8.7.2.3.2 to 8.7.2.3.5, as applicable.

A-SSE and R-SSE operations may also be based, according to Figure 3 and Figure 4, on signals or information received from other systems in the installation, e.g. storage units, PV inverters, AC/DC converters, energy meters, and/or be remotely controlled by such systems, e.g. EEMS. For SSE declared to be remotely controlled by other systems, 8.7.2.3.6 also applies. R-SSE shall also be provided with appropriate means to prevent transfers to the alternative source when outside of limits specified by the manufacturer.

8.7.2.3.2 Limits of operation

R-SSE and A-SSE shall be able to operate satisfactorily at any value between 85 % and 110 % of the rated control circuit supply voltage U_s . Where a range is declared, 85 % shall apply to the lower value of the range and 110 % to the upper limit of the range.

Compliance is checked following tests principles of 9.11.1 to show compliance with 8.7.2.3.3 to 8.7.2.3.5.

8.7.2.3.3 Operation upon interruption of source 1 (normal source)

A-SSE classified according to 4.9 a) shall be able to switch automatically the loads from source 1 to the secondary source (source 2):

- when source 1 is no longer powered (if the secondary source is within the limits stated by the manufacturer),
- and shall switch back to source 1 once it is restored.

NOTE Source 1 is considered, by convention, as the "normal source" in this document.

As a minimum requirement, SSE classified to switch sources according to 4.9 a) shall be able to transfer the loads from source 1 to source 2 upon the interruption of any or all the monitored phases of source 1 and to return to source 1 once it is restored.

SSE may include additional logic sequences, such as delayed or non-automatic return.

Compliance is checked by tests according to 9.11.3.2.

For SSE classified according to 4.9 a), transfer to source 2 upon interruption of source 1 shall also be checked according to 9.11.3.4.

For SSE classified according to 4.9 a) and provided with means to initiate operations upon source deviations of source 1, reconnection to source 1, once restored and within the limits declared for SSE operations, shall occur if the SSE is supplied with an "automatic return". When the SSE is in "automatic return" mode, this requirement is presumed to be met by complying with requirements of 8.7.2.3.4.

8.7.2.3.4 Operation upon source deviations

If the SSE is declared to be provided with means to initiate operations upon deviations from source 1, operation of the SSE shall be initiated within the limits stated by the manufacturer.

For SSE classified according to 4.9 a), transfer upon deviations of any or all the monitored phases of source 1 (the "normal source" by convention) to the second source shall not occur if voltage or frequency of any or all the monitored phases of the second source are outside the limits stated by the manufacturer.

If operations upon source deviations are stated to be based on local electrical codes, operations shall take place within the limits of the specified codes as declared by the manufacturer.

For SSE declared to operate in closed transition according to 4.8 b), operations upon source deviations shall occur as specified in 8.7.2.3.5.

Compliance is checked by tests according to 9.11.3.3 and 9.11.3.4 as applicable.

8.7.2.3.5 Operation in closed transition

For SSE declared to operate in closed transition according to 4.8 b), switching operations shall occur when voltages, frequency and phase angle(s) of all the monitored phases of both sources are synchronized and within the limits specified by the manufacturer.

Compliance is checked by tests according to 9.11.3.5 for the directions of switching operations declared with synchronization according to 4.7.1.

EXAMPLE Limits with a tolerance of $\pm 10^\circ$ on phase angle and $\pm 5\%$ on voltage and $\pm 1\text{ Hz}$ on frequency.

8.7.2.3.6 Remotely controlled SSE

If the SSE is specified to operate based on information or signals exchanged with other systems, switching operations shall occur as indicated by the manufacturer, e.g. with the declared additional logic sequences and/or scenarios, etc. However, switching operations shall take place following the same principles as defined in 8.1 to 8.7.2.3.5 based on the SSE classification declared by the manufacturer.

In addition to requirements listed in 8.7.2.3.2 to 8.7.2.3.5, compliance with Subclause 8.7.2.3.6 is checked by tests according to 9.11.3.6 as applicable.

8.7.3 Operational performance

SSE shall withstand, without excessive wear or other harmful effect, the mechanical, electrical and thermal stresses occurring in normal use.

NC-SSE declared with a utilization category according to 4.10 a) and 5.3.3 shall be capable of making and breaking currents without failure under the conditions stated in Table 12 for the relevant utilization category.

For NC-SSE declared with no utilization category according to 4.10 b), the operational performance shall be defined with reference to AC-7a of Table 12.

Table 12 – Making and breaking conditions for the operational performance

Utilization category	Making and breaking conditions				
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^a$	ON-time ^b S	OFF-time s
AC-7a	1,0	1,05	0,80	0,05	c
AC-7b	d	e	0,45	0,05	c
AC-7c ^f	1,0	1,05	0,90	0,05	c

I_c Current made and broken. The making current is expressed as AC RMS symmetrical values but it is understood that the actual peak value during the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value.

U_r Power frequency recovery voltage.

$\cos \varphi$ is the power factor of the test circuit.

^a Tolerance for $\cos \varphi$ is $\pm 0,05$.

^b Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-operating.

^c These OFF-times shall be not greater than the values specified in Table 11.

^d $I_c/I_e = 6,0$ for making and $I_c/I_e = 1,0$ for breaking.

^e $U_r/U_e = 1,0$ for making and $U_r/U_e = 0,17$ for breaking.

^f Tests shall be done with a specific test circuit (see 9.3.3.5.2, item d) 2) of IEC 61095:2009).

The number of operations for NC-SSE is set according to Table 13 or to the number of operations declared by the manufacturer, if higher.

Table 13 – Number of operations for operational performance

Rated current	Number of operating cycles
Up to and including 16 A	10 000
Over 16 A	5 000

The operational performance of NC-SSE is checked by tests according to 9.11.4.

For C-SSE, the operational performance is checked by tests according to 9.11.4 based on the number of operations as defined in 9.11.4.3 of the switching unit.

8.8 Resistance to heat

SSE shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by tests of 9.12.1, and, as applicable, by tests of 9.12.2 and 9.12.3.

8.9 Resistance of insulating material to abnormal heat and to fire

External parts of insulating material which might be exposed to thermal stresses due to electric effects, and the deterioration of which might impair the safety of the accessory, shall not be unduly affected, ignite or spread fire due to abnormal heat or fire.

Compliance is checked by the tests of 9.13.

8.10 Resistance to rusting

Ferrous parts, including covers and cover plates, shall be adequately protected against rusting.

Compliance is checked by the test of 9.14.

8.11 Coordination with short-circuit protective devices (SCPDs)

Except for CB-SSE, SSE does not, by its nature, provide an overcurrent protection.

NC-SSE, SW-SSE and CT-SSE shall be protected against short-circuits by means of an SCPD (short-circuit protective device, i.e., circuit-breaker or fuses complying with their relevant standards) according to installation rules for low voltage electrical installations.

NC-SSE, SW-SSE and CT-SSE shall have adequate coordination with a short-circuit protective device (SCPD). In the event of fault, the protective device shall trip in due time and the let-through energy of the short-circuit protective device shall be withstood by the SSE and shall neither endanger the operator nor initiate a flashover between live conductive parts or between live conductive parts and earth.

Compliance of NC-SSE is tested by the tests of 9.15.

Compliance of SW-SSE and CT-SSE is presumed to be covered by coordination tests of relevant standards of the combined devices and no additional test is requested according to this document.

8.12 EMC

SSE shall be designed to operate correctly under typical electromagnetic conditions of residential, commercial and light industry environments.

SSE shall generate electromagnetic disturbances not exceeding the limits for residential environment when operated under normal conditions.

Compliance is checked by tests of 9.16.

8.13 Resistance to abnormal conditions

SSE shall not create any hazard under abnormal conditions.

When operated under abnormal conditions, no part of the SSE shall reach such a temperature that there is danger of fire to the surroundings of the SSE.

If, in case of failure, the maximum power taken by the SSE is less than 0,5 W, the requirements of the abnormal conditions are deemed to be met.

Compliance is checked by subjecting the SSE to heating tests of 9.17 under fault conditions and overload conditions.

8.14 Components

8.14.1 General

These tests apply to:

- the control unit for C-SSE classified according to 4.2 a);
- NC-SSE classified according to 4.2 b).

Components which, if they fail, may impair the safety of the SSE shall comply with the safety requirements specified in the relevant IEC International Standards as far as applicable.

If components are marked with their operating characteristics, the conditions under which they are used in the SSE shall be in accordance with these markings, unless a specific exception is made in this document.

The testing of components which have to comply with other standards is, in general, carried out separately, according to the relevant standard, as follows.

If the component is marked and used in accordance with its marking, the number of specimens is that required by the relevant standard.

Where no applicable IEC International Standard exists, or where the component is not marked or is not used in accordance with its marking, the component is tested under the conditions occurring in the SSE, the number of specimens being, in general, that required by the relevant standard.

Components incorporated in the SSE are subjected to all the tests of this document as parts of the SSE.

8.14.2 Fuses

Fuses, if any, shall comply with a relevant IEC publication for miniature fuses according to IEC 60127-1 and have a rated breaking capacity of 1 500 A, unless any fault current through the fuse is limited to 35 A.

8.14.3 Capacitors

Capacitors,

- the short-circuiting or disconnection of which would cause an infringement of the requirements under fault conditions with regard to shock or fire hazard, or
- the short-circuiting of which would cause a current of 0,5 A or more through the terminals of the capacitor, or
- for suppression of electromagnetic interference,

shall comply with IEC 60384-14:2013 and IEC 60384-14:2013/AMD1:2016 and shall be in accordance with Table 14.

NOTE Capacitors passing the damp heat steady-state test specified in 4.12 of IEC 60384-14:2013 and in 4.12 of IEC 60384-14:2013/AMD1:2016 with a duration of not less than 21 days are considered acceptable.

These capacitors shall be marked with their rated voltage in volts (V), their rated capacitance in microfarads (μF) and their reference temperature in degrees Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

When determining the current, fuses and relevant capacitors are considered to be short-circuited.

For other protective devices, the resistive element is to be replaced by an equivalent impedance.

Table 14 – Capacitors

Application of capacitor	Approved type(s) of capacitor according to IEC 60384-14:2013 and IEC 60384-14/AMD1:2016		
	$U_n \leq 125 \text{ V}$	$125 \text{ V} < U_n \leq 250 \text{ V}$	
		Without overcurrent protection	With overcurrent protection ^a
Between live conductors (L or N) and earth (PE)	Y4	Y2	Y2
Between live conductors (L and N or L1 and L2):			
– without impedance in series	X2	X1	X2
– with impedance in series, which, when capacitor(s) is (are) short-circuited, limits the current to a value of			
• 0,5 A and higher	X3	X2	X3
• below 0,5 A	Any type	Any type	Any type
^a External to the capacitor or built into the capacitor (for example, a fusing resistor).			

8.14.4 Resistors

Resistors, the short-circuiting or interruption of which would cause an infringement of the requirements regarding the protection against fire and electric shock in case of a defect, shall have an adequately constant value under the overload conditions prevailing in the SSE.

Compliance is checked by tests of 9.18.

Resistors with internal end-lead terminations are allowed only if the internal spacings are clearly and precisely defined.

Compliance is checked by measurement and inspection.

8.14.5 Transformers

Transformers intended for SELV circuits shall be of the safety isolating type and shall comply with the relevant requirements of IEC 61558-2-6.

NOTE For the use of SELV and PELV, see IEC 61140 and IEC 60364-4-41.

9 Type tests

9.1 General requirements

9.1.1 Type tests and test sequences

To demonstrate compliance with this document and with requirements of Clause 8, tests shall be carried out in test sequences and on the number of specimens as defined Annex D.

9.1.2 Test conditions

Unless otherwise specified in this document:

- the specimens are tested as delivered and under normal conditions of use;
- tests (or test sequences) are carried out on specimens in clean and new conditions;

- three specimens are tested per test sequence, except for functional tests which may be conducted on only one specimen if safety is not of concern (see Table D.1);
- during the tests, no maintenance or dismantling of the samples is allowed and specimens shall not be lubricated;
- tests are carried out in free air at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- tests are carried out at the rated frequency $\pm 2\%$ and at any convenient voltage;
- tolerances are set at $^{+5}_0\%$ for currents, $\pm 5\%$ for voltages (including recovery voltage), at $^{0}_{-0,05}$ for power factors and at $\pm 5\%$ for time.

Where a tolerance is not specified, type tests are carried out at values not less severe than those specified in this document.

Unless otherwise specified in this document:

- the specimens are installed as stated in the manufacturer's documentation;
- the specimens are wired with appropriate cables as specified in Table 6;
- the tightening torques to be applied to the terminal screws are two-thirds of those specified in Table 15, and screws and nuts shall not be tightened in jerks;
- the specimens are fixed on a dull, black-painted plywood board of about 20 mm thickness, the method of fixing complying with the documentation of the manufacturer.

Table 15 – Tightening torque for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals

Nominal diameter of thread mm	Torque Nm		
	1	2	3
Up to and including 2,8 ^a	0,2	0,4	0,4
Over 2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	0,5
Over 3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	0,6
Over 3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	0,8
Over 3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	1,2
Over 4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	1,8
Over 4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	2,0
Over 5,3 up to and including 6,0	1,2	2,5	3,0
Over 6,0 up to and including 8,0	2,5	3,5	6,0
Over 8,0 up to and including 10,0	3,5	4,0	10,0

^a For special purposes such as ELV applications, where flexible conductors are used (from 0,5 mm² up to 1 mm² inclusive).

Column 1 applies to screws without heads if the screw, when tightened, does not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the diameter of the screw.

Column 2 applies to other screws which are tightened by means of a screwdriver.

Column 3 applies to screws or nuts, which are tightened by means other than a screwdriver.

Where a screw has a hexagonal head with a slot for tightening with a screwdriver and the values of columns 2 and 3 are different, the test is carried out twice, first applying to the hexagonal head the torque specified in column 3 and then, on another sample, applying the torque specified in column 2 by means of a screwdriver. If the values of columns 2 and 3 are the same, only the test with the screwdriver is carried out.

Specially prepared specimens may be needed for some tests. See Table D.1.

9.1.3 Test procedure

For C-SSE classified according to 4.2 a), each product used to assemble a C-SSE shall first comply to its relevant product standard: according to the IEC 60669 series for switches, according to IEC 60898-1 or IEC 60898-2 for circuit-breakers, or according to IEC 61095:2009 for contactors. Only additional tests as stated in this document shall be applied to show conformity to this document. See also Table D.1.

In the event that some tests of this document are also defined in the standards listed in this Subclause 9.1.3, the most severe tests shall be applied only once but the acceptance criteria combine the acceptance criteria of all applicable standards.

For NC-SSE classified according to 4.2 b) all the tests of this document shall be applied as defined.

9.2 Tests of indelibility of markings

The test is carried out by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cotton soaked with water and again for 15 s with a piece of cotton soaked:

- with aliphatic solvent hexane with a content of aromatics of maximum 0,1 % by volume, a kauributanol value of 29, an initial boiling-point of approximately 65 °C, a dry-point of approximately 69 °C and a density of approximately 0,68 g/cm³, or
- with n-hexane 95 % (Chemical Abstracts Service Registry Number CAS RN 110-54-3).

NOTE n-hexane 95 % (Chemical Abstracts Service Registry Number, CAS RN, 110-54-3) is available from a variety of chemical suppliers as a high-pressure liquid chromatography (HPLC) solvent.

After this test, the marking shall be easily legible.

Markings shall also remain easily legible after all the tests of this document.

It shall not be possible to remove labels without using a tool of some kind, or by using undue endless scratching force. Labels shall show no curling.

9.3 Tests of the mechanical strength

9.3.1 Tests of the resistance to mechanical stresses of insulating means

9.3.1.1 General

SSE shall withstand the stresses imposed during installation and use.

Compliance is checked on exposed parts of the SSE, which may be subjected to mechanical impact in normal use, by the tests of:

- Subclause 9.3.1.2 for all types of SSE, and
- Subclause 9.3.1.3 for rail mounted SSE.

SSE only intended to be totally enclosed are not submitted to this test.

9.3.1.2 Pendulum hammer tests

The specimens are subjected to blows by means of an impact-test apparatus as shown in Figure 6 and Figure 7.

The head of the striking element has a hemispherical face of 10 mm radius, made of polyamide having a Rockwell hardness of HR between 85 and 100, and a mass of 150 g ± 1 g.

The striking element is rigidly fixed to the lower end of a steel tube with an external diameter of 9 mm and a wall thickness of 0,5 mm, which is pivoted at its upper end in such a way that it swings only in a vertical plane.

The axis of the pivot is $1\,000\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ above the axis of the striking element.

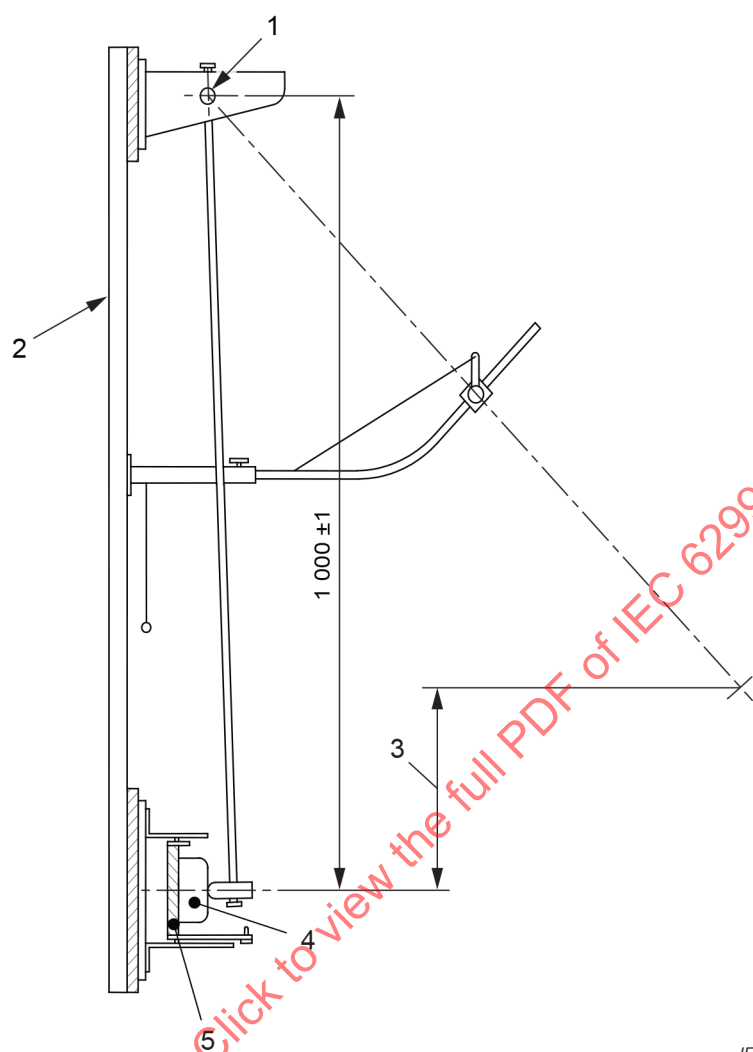
The Rockwell hardness of the polyamide striking element is determined by using a ball having a diameter of $12,700\text{ mm} \pm 0,0025\text{ mm}$, the initial load being $100\text{ N} \pm 2\text{ N}$ and the extra load $500\text{ N} \pm 2,5\text{ N}$.

NOTE 1 Additional information concerning the determination of the Rockwell hardness of plastics is given in ISO 2039-2.

The design of the apparatus is such that a force between 1,9 N and 2,0 N shall be applied to the face of the striking element to maintain the tube in a horizontal position.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62991:2022

Dimensions in millimetres



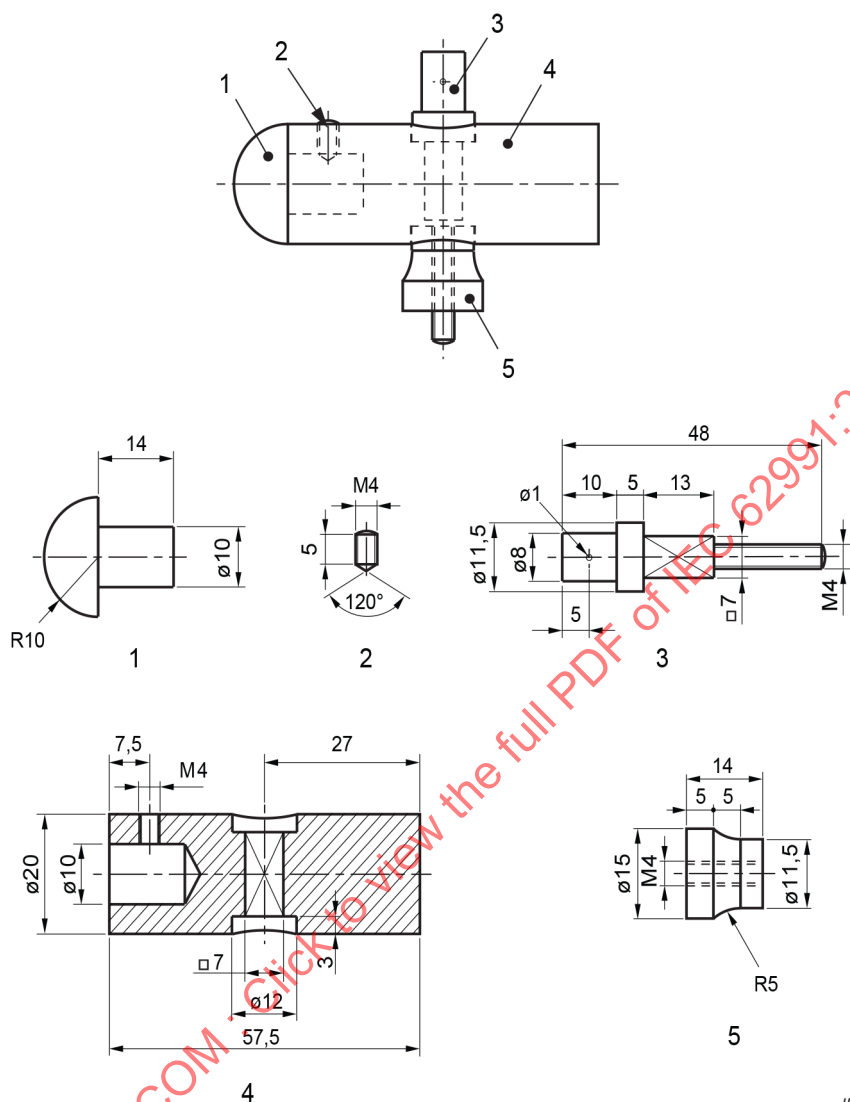
IEC

Key

- 1 Pendulum
- 2 Frame
- 3 Height of fall
- 4 Specimen
- 5 Mounting fixture

Figure 6 – Pendulum impact test apparatus

Dimensions in millimetres



IEC

Key

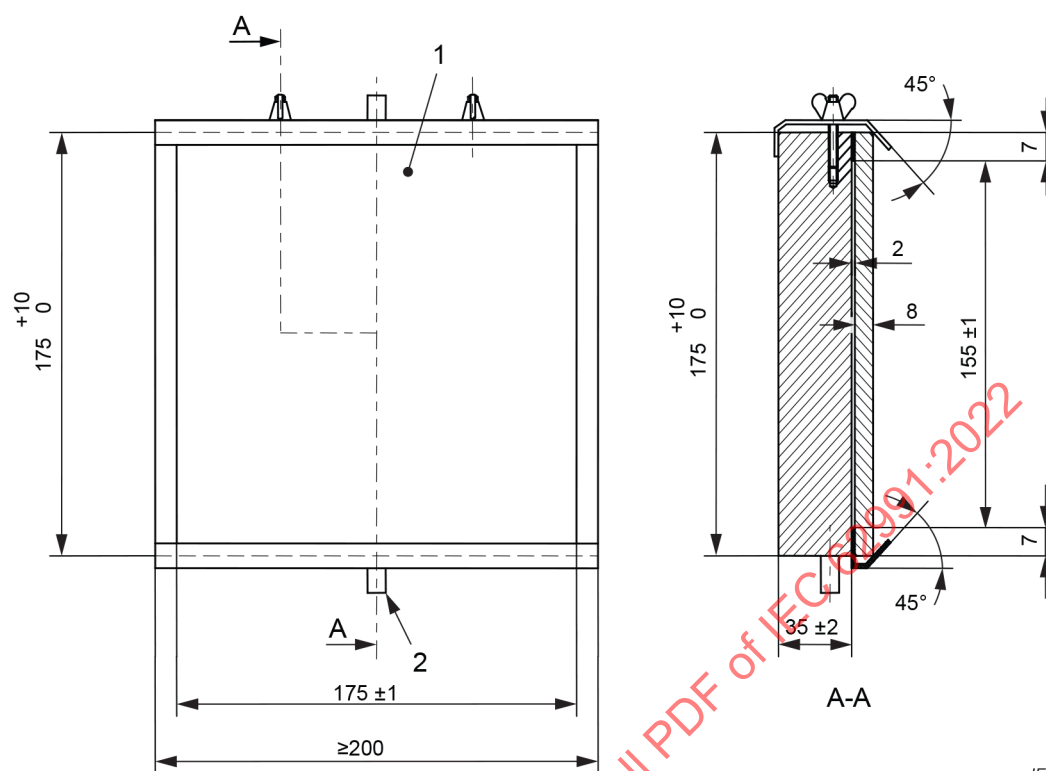
①: Polyamide

②, ③, ④, ⑤: Steel S 235JR

Figure 7 – Pendulum impact test apparatus (striking element)

The specimens are mounted on a sheet of plywood, 8 mm nominal thickness and approximately 175 mm², secured at their top and bottom edges to a rigid bracket which is part of the mounting support, as shown Figure 8.

Dimensions in millimetres

**Key**

- 1 Sheet of plywood
- 2 Pivot

Figure 8 – Mounting support of specimens

The mounting support shall have a mass of $10 \text{ kg} \pm 1 \text{ kg}$ and shall be mounted on a rigid frame by means of pivots. The frame is fixed to a solid wall.

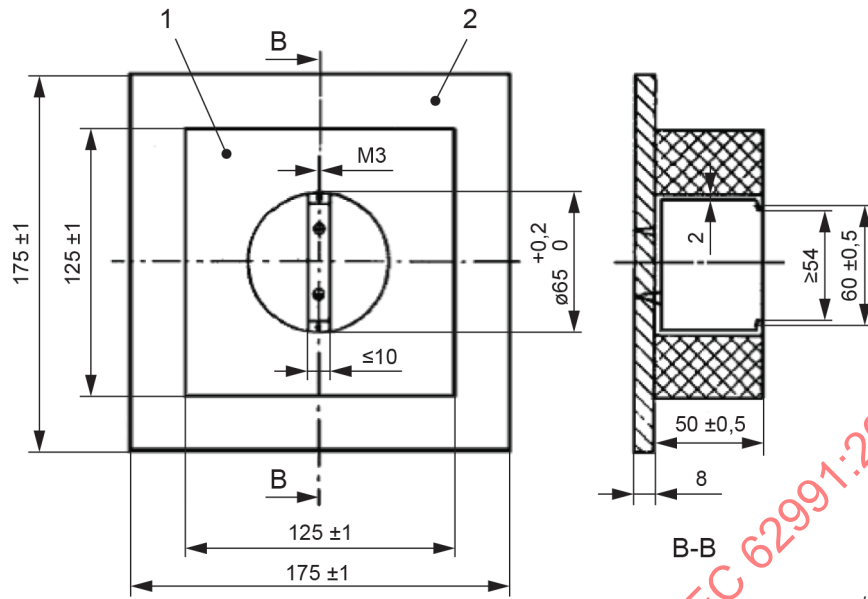
The design of the test apparatus is such that:

- the specimen can be moved horizontally and turned about an axis perpendicular to the surface of the plywood;
- the plywood can be turned 60° , in both directions, about a vertical axis.

Surface-type SSE is mounted directly on the sheet of plywood as shown Figure 8.

Flush-type SSE is mounted in a device as shown in Figure 9, which in turn is fixed to the mounting support made of a plywood sheet shown in Figure 8.

Dimensions in millimetres



IEC

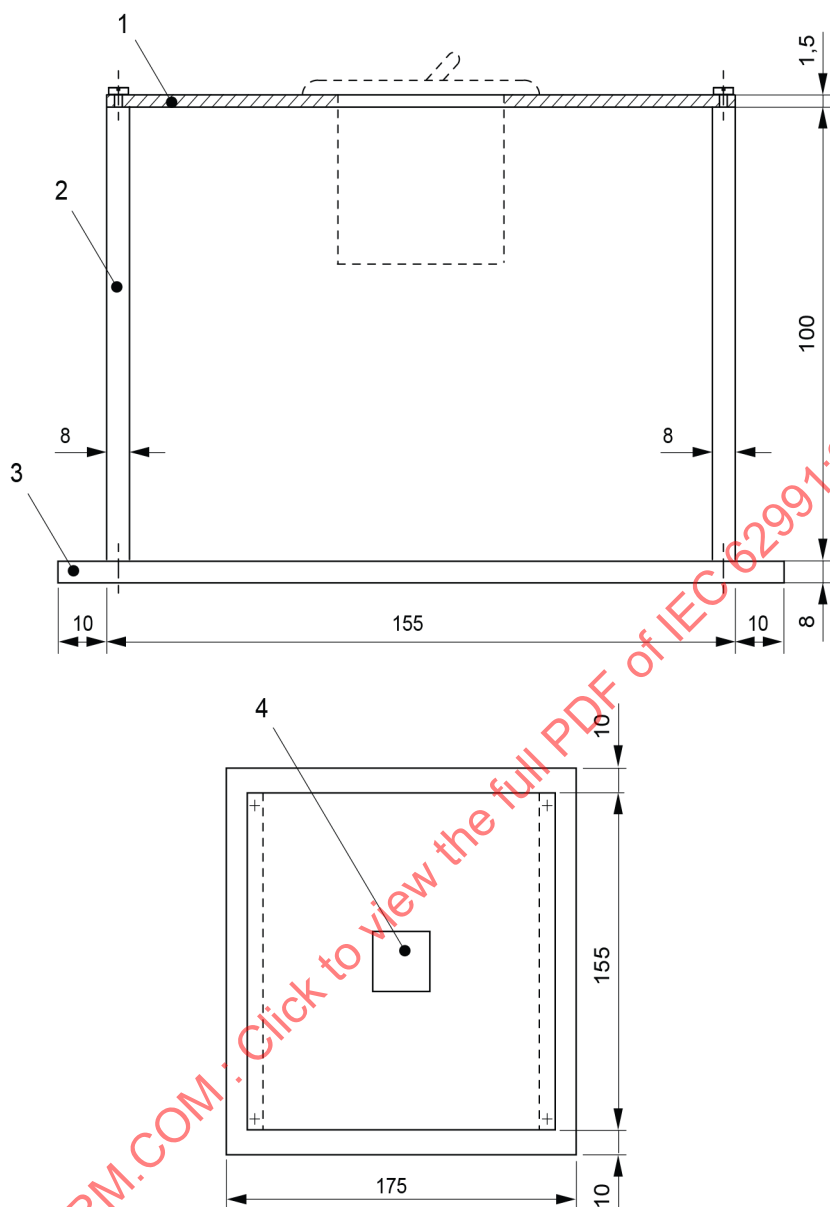
Key

- 1 Block of hornbeam
- 2 Sheet of plywood

Figure 9 – Mounting block for a flush type SSE

Panel board type SSE is mounted in a fixture as shown in Figure 10, which in turn is fixed to the mounting support made of a plywood sheet shown in Figure 8.

Dimensions in millimetres

**Key**

- 1 Interchangeable steel plate with a thickness of 1,5 mm
- 2 Aluminium plates with a thickness of 8 mm
- 3 Mounting plate
- 4 Cut-out for the specimen in the steel plate

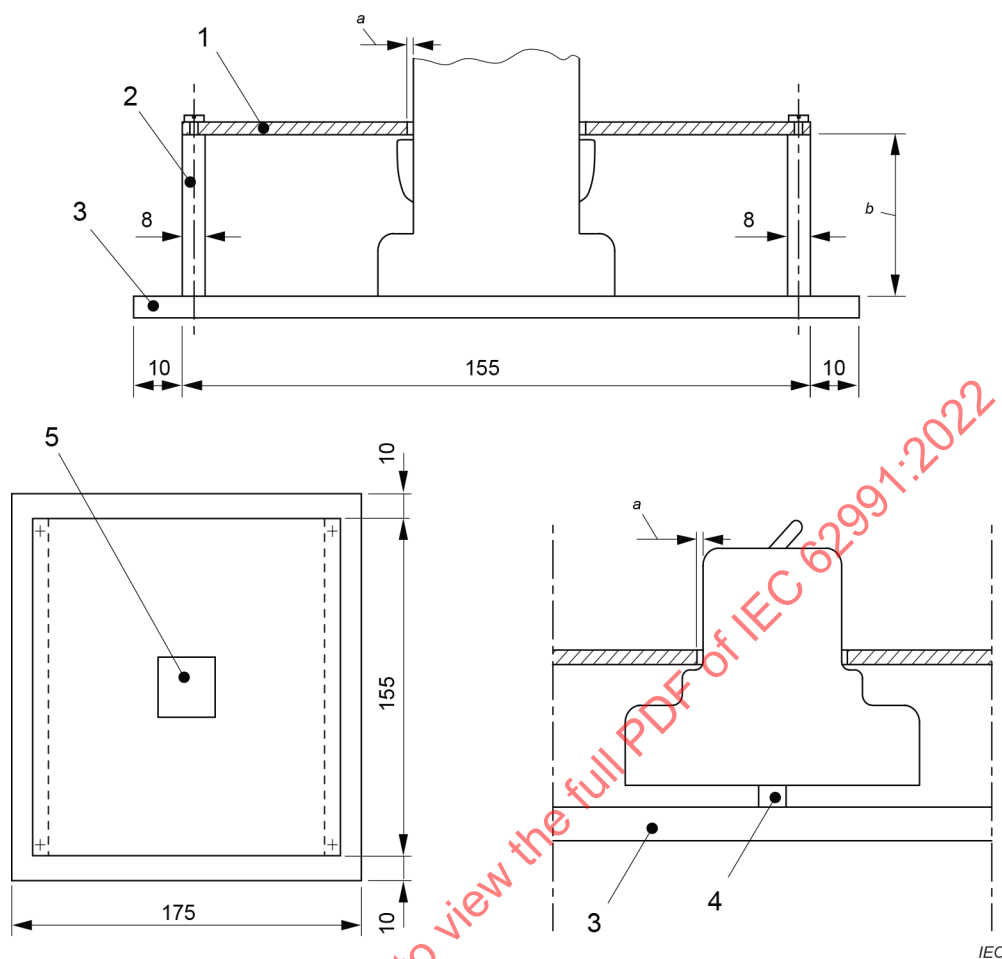
NOTE In particular cases, the dimensions can be increased.

Figure 10 – Example of mounting support of panel board type SSE

SSE for screw fixing is fixed by means of screws.

SSE for rail mounting is mounted on its appropriate rail (see Figure 11).

Dimensions in millimetres



Key

- 1 Interchangeable steel plate with a thickness of 1 mm
- 2 Aluminium plates with a thickness of 8 mm
- 3 Mounting plate
- 4 Rail for SSE designed for rail mounting
- 5 Cut-out for the specimen in the steel plate
- a The distance between the edges of the cut-out and the faces of the specimen shall be between 1 mm and 2 mm.
- b The height of the aluminium plates shall be such that the steel plate rests on the supports of the specimen or, if the specimen has no such support, the distance from live parts, which are to be protected by an additional cover plate, to be on the underside of the steel, is 8 mm.

Figure 11 – Example of mounting support for a rear fixed SSE

SSE intended both for screw fixing and rail mounting shall be fixed with screws for the tests.

The specimen is mounted on the plywood or on the appropriate fixture as for normal use, with covers, if any, so that the point of impact lies in the vertical plane through the axis of the pivot of the pendulum.

Inlet openings which are not provided with knockouts, are left open. If they are provided with knockouts, one of them is opened.

Before applying the blows, fixing screws of bases and covers are tightened with a torque equal to two-thirds of the relevant value specified in Table 15.

The striking element is allowed to fall from a height which is specified in Table 16.

Table 16 – Height of fall for impact test

Height of fall mm	Parts of enclosures to be subjected to the impact ^a
100	A and B
150	C
200	D
250	-
^a Parts A: parts on the front surface, including the parts which are recessed; Parts B: parts which do not project more than 15 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use, except for the above parts A; Parts C: parts which project more than 15 mm and not more than 25 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use, except for the above parts A; Parts D: parts which project more than 25 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use, except for the above parts A.	

NOTE 2 The impact energy determined by the part of the specimen which projects most from the mounting surface is applied on all parts of the specimen, except for its parts A.

Parts of accessories exclusively intended for mounting in panel-boards are submitted to impacts which are obtained by allowing the striking element to fall from the height of 100 mm; impacts shall only be applied on parts which are accessible after mounting the accessory in the panel board.

The height of fall is the vertical distance between the position of the checking point, when the pendulum is released, and the position of that point at the moment of impact. The checking point is marked on the surface of the striking element where the line through the point of intersection of the axes of the steel tube of the pendulum and the striking element and perpendicular to the plane through both axes, meets the surface.

NOTE 3 Theoretically the centre of gravity of the striking element can be the checking point. As the centre of gravity in practice is difficult to determine, the checking point is chosen as described above in this Subclause 9.3.1.2.

The specimens are subjected to blows, which are evenly distributed over the specimens, as follows:

- two blows on each operating means;
- parts on the front surface, including the parts which are recessed: one blow in the centre, after the specimen has been moved horizontally, one each on the unfavourable points between the centre and the edges, and then, after the specimen has been turned 90° about its axis perpendicular to the plywood, one each on similar points;
- one blow is applied on each lateral side of the specimen after it has been turned as far as possible, but not through more than 60°, about a vertical axis, and two blows are applied, each approximately midway between the blows on a lateral side and the blows on the operating means;
- two blows on each of the other two sides of the specimen on which blows can be applied after the specimen has been turned 90° about its axis perpendicular to the plywood sheet and the plywood sheet has been turned 60° in each of the opposite directions.

The blows are not applied to knock-out areas.

If inlet openings are provided, the specimen shall be positioned to apply the two lines of blows in such a way that these are as equally distant as possible from the openings.

After the test, the specimen shall not show any damage that could cause non-compliance with this document. In particular, live parts shall not become accessible. Covers which, when broken, make live parts accessible or impair further use of the SSE, operating means, linings and barriers of insulating material and the like, shall not show such damage.

In case of doubt, it is verified that it is possible to remove and to replace external parts, such as enclosures and covers and cover plates, without these parts or their insulating lining being broken.

If, however, a cover plate, backed by an inner cover, is broken, the test is repeated on the inner cover, which shall remain unbroken.

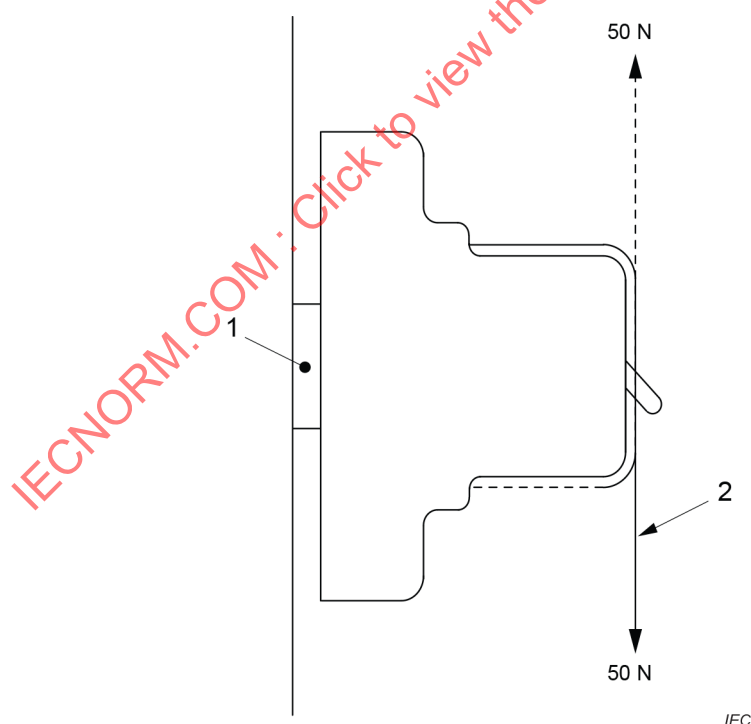
NOTE 4 Damage to the appearance, small dents which do not reduce creepage distances or clearances below the value specified Table 7 and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock are neglected.

9.3.1.3 Tests of rail mounted SSE

SSE designed to be mounted on a rail is mounted as for normal use, but without cables being connected and without any cover or cover plate, on a rail rigidly fixed on a vertical rigid wall.

A downward vertical force of 50 N is applied without jerks for 1 min on the forward surface of the specimen, immediately followed by an upward vertical force of 50 N for 1 min (see Figure 12).

During this test, the specimen shall not become loose and after the test the specimen shall show no damage impairing its further use.



Key

- 1 Rail
- 2 Cord

Figure 12 – Application of forces on a rail-mounted SSE

9.3.2 Verification of installation and connections

The test is carried out with a solid copper conductor having the smallest cross-sectional area specified in Table 8.

The conductor is pushed as far as possible into the terminal under test or is inserted so that adequate connection is obvious.

A test probe 1 of IEC 61032:1997 is pushed against the connecting or disconnecting means with a force of 120 N in the direction opposite to the mounting direction as described in Figure 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62991:2022

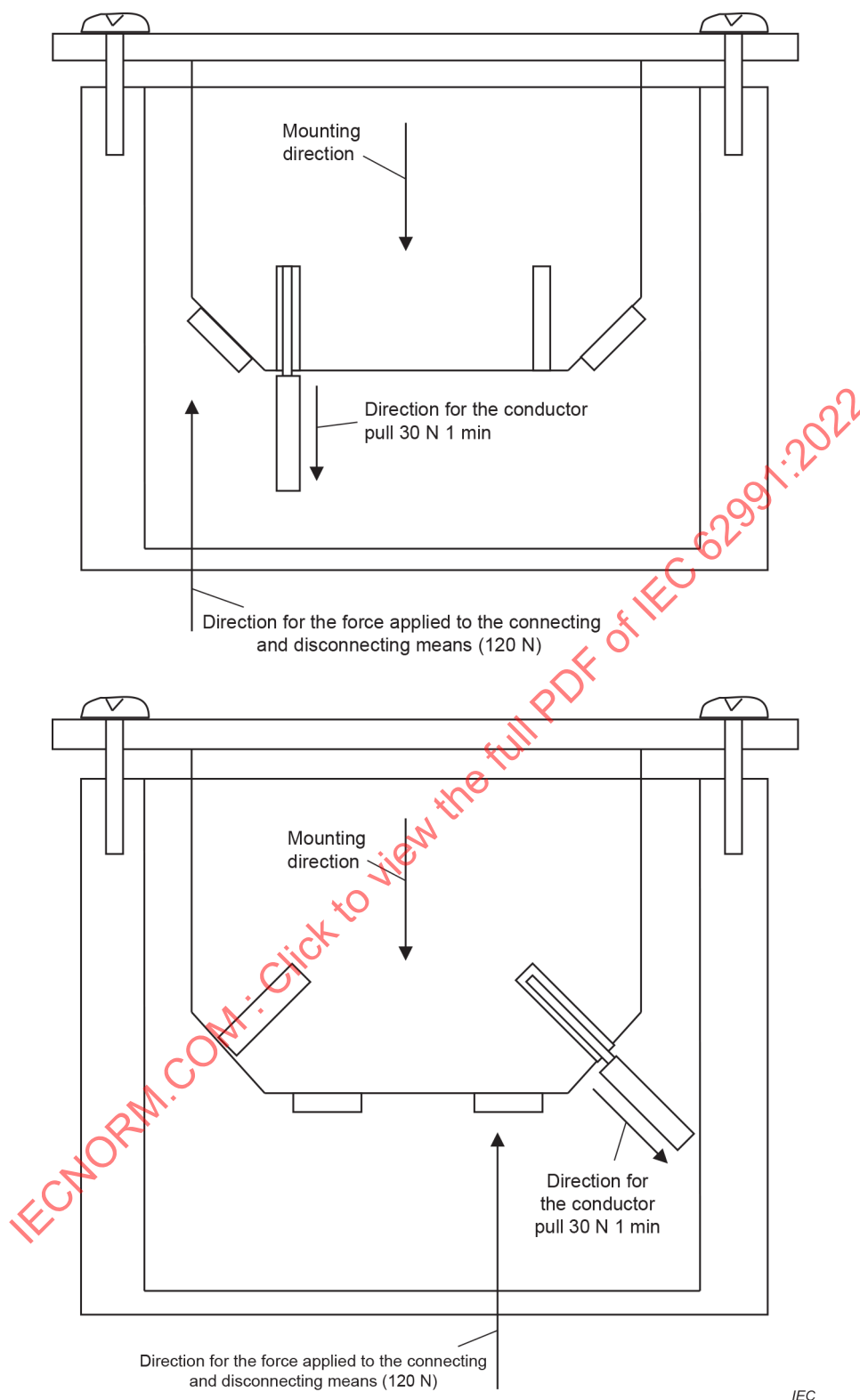


Figure 13 – Determination of the direction of the forces to be applied

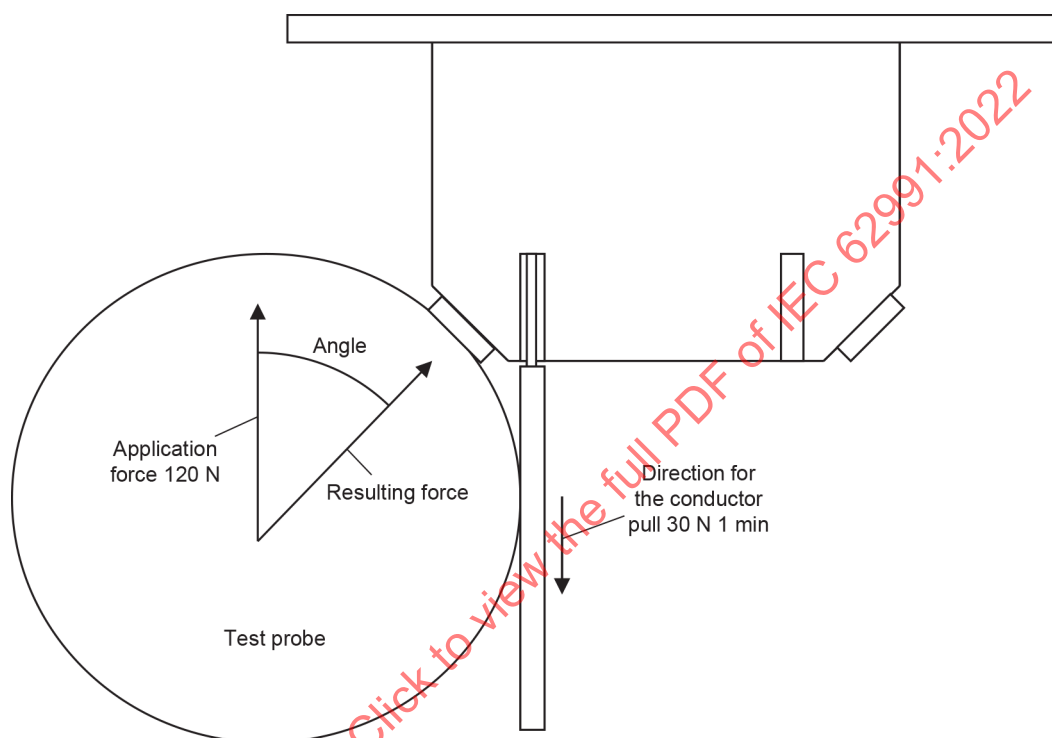
During the application of the force, the conductor is subjected to a pull of 30 N; the pull is applied in one smooth and continuous motion, for 1 min, in the direction of the longitudinal axis of the conductor space.

During the application of the pull, the conductor shall not come out of the screwless terminal.

The force of 120 N shall be applied before the force of 30 N is applied. The force of 30 N is maintained on the conductor during the complete test.

Care shall be taken that the test probe does not touch the conductor during the application of the forces.

Where the axis between the application force and the axis through the force necessary to operate the connecting/disconnecting means deviates by more than 20°, it is permitted to exert the calculated resulting force directly onto the connecting/disconnecting means using the test probe, an example is shown in Figure 14.



IEC

Figure 14 – Direction for the conductor pull of 30 N for 1 min

If the angle is greater than 60°, no test is necessary and the product is deemed to comply with the requirements without further tests.

If it is not possible to exert a force onto the connecting/disconnecting device, the product is deemed to comply with the requirements without further tests.

9.3.3 Tests of fixings of covers, cover plates and actuating members

9.3.3.1 General

Fixings shall be tested according to 9.3.3.2, 9.3.3.3 or 9.3.3.4 as applicable.

9.3.3.2 Tests of fixings based on screws or rivets

For covers, cover plates or actuating members whose fixings are of the screw-type or based on rivets, compliance is checked by inspection only.

9.3.3.3 Tests of fixings which may be removed by applying a force perpendicular to the surfaces

For covers, cover plates or actuating members whose fixings are not dependent on screws or rivets and whose removal is obtained by applying a force in a direction approximately perpendicular to the mounting/supporting surface (see Table 17):

- when their removal may give access to live parts with the test probe B of IEC 61032:1997:
Compliance is checked by the tests of 9.3.5;
- when their removal may give access, with the test probe B of IEC 61032:1997, to non-earthed metal parts separated from live parts in such a way that creepage distances and clearances have the values shown in Table 7:
Compliance is checked by the tests of 9.3.6;
- when their removal may give access, with the test probe B of IEC 61032:1997, only to
 - insulating parts, or
 - earthed metal parts, or
 - metal parts separated from live parts in such a way that creepage distances and clearances have twice the values shown in Table 7, or
 - live parts of SELV circuits not greater than 25 V AC:
Compliance is checked by the tests of 9.3.7.

Table 17 – Forces to be applied to covers, cover plates or actuating members whose fixing is not dependent on screws

Accessibility with the test finger after removal of covers, cover plates or parts of them	Test according to subclause	Force to be applied			
		N			
		SSE complying with 9.3.8 and 9.3.9		SSE not complying with 9.3.8 and 9.3.9	
		Shall not come off	Shall come off	Shall not come off	Shall come off
To live parts	9.3.5	40	120	80	120
To non-earthed metal parts separated from live parts by creepage distances according to Table 7	9.3.6	10	120	20	120
To insulating parts, earthed metal parts, the live parts of SELV ≤ 25 V AC or metal parts separated from live parts by creepage distances and by clearances twice those according to Table 7	9.3.7	10	120	10	120

9.3.3.4 Tests of fixings which may be removed using a tool

For covers, cover plates or actuating members whose fixings are not dependent on screws or rivets and whose removal is obtained by using a tool, in accordance with the manufacturer's instructions given in an instruction sheet or catalogue, compliance is checked by the same tests of 9.3.3.3 except that the covers, cover plates, actuating members or parts of them need not come out when applying a force not exceeding 120 N in directions perpendicular to the mounting/supporting surface.

9.3.4 Tests of attachment of knobs

Where it is possible to apply an axial pull in normal use, an axial pull shall be applied for 1 min to try to pull off the knob and the like.

The pull force to be applied is normally 15 N, but if the knob and the like are intended to be pulled in normal use, this is increased to 30 N.

If the knobs and the like are such that an axial pull is likely to be applied in normal use, an axial push of 30 N for 1 min is then applied to all knobs and the like.

For cases where an axial pull is unlikely to be applied in normal use, the force may be reduced to 15 N.

Knobs and the like shall then be operated 100 times in each direction and/or position, as applicable without undue force.

During and after these tests, the SSE shall not show any damage, nor shall a knob and the like have moved, such that it could cause non-compliance with this document.

NOTE Sealing compound and the like, other than self-hardening resins are not considered to be adequate to prevent loosening.

9.3.5 Tests of covers, cover plates or actuating members – Accessibility to live parts

9.3.5.1 General

When testing the force necessary for covers, cover plates or actuating members to come off or not come off, the specimens are mounted as in normal use. Flush-type SSE is fixed in appropriate mounting boxes, which are installed as in normal use so that the rims of the boxes are flush with the walls, and the covers, cover plates or actuating members are fitted. If they are provided with locking means which can be operated without the aid of a tool, these means are unlocked.

Compliance is then checked by the tests of 9.3.5.2 and 9.3.5.3.

9.3.5.2 Verification of the non-removal of covers, cover plates or actuating members

Forces are gradually applied in directions perpendicular to the mounting surfaces, in such a way that the resulting force acting on the centre of the covers, cover plates, actuating members or parts of them is respectively:

- 40 N, for covers, cover plates, actuating members or parts of them complying with the tests of 9.3.8 and 9.3.9, or
- 80 N, for other covers, cover plates, actuating members or parts of them.

The force is applied for 1 min. The covers, cover plates, or actuating members shall not come off.

After the test, the specimen shall not show any damage that could cause non-compliance with this document.

9.3.5.3 Verification of the removal of covers, cover plates or actuating members

A force not exceeding 120 N is gradually applied, in directions perpendicular to the mounting/supporting surfaces, to covers, cover plates, actuating members or parts of them by means of a hook placed in turn in each of the grooves, holes, spaces or the like, provided for removing them.

The covers, cover plates or actuating members shall come off.

The test is carried out 10 times on each separable part, the fixing of which is not dependent on screws (the application points being equally distributed as far as practicable), the removal force is applied each time to the different holes or the like provided for removing the separable part.

After the test, the SSE shall not show any damage that could cause non-compliance with this document.

9.3.6 Tests of covers, cover plates or actuating members – Accessibility to non-earthed metal parts separated from live parts

The test is carried out as described in 9.3.5, but applying, for 9.3.5.2, the following forces:

- 10 N, for covers or cover plates or actuating members complying with the test of 9.3.8 and 9.3.9;
- 20 N, for other covers or cover plates, actuating members.

9.3.7 Tests of covers, cover plates or actuating members – Accessibility to insulating parts, earthed metal parts, the live parts of SELV ≤ 25 V AC or metal parts separated from live parts

The test is carried out as described in 9.3.5, but applying, for 9.3.5.3, the force of 10 N for all covers, cover plates, or actuating members.

9.3.8 Tests of covers, cover plates or actuating members – Application of gauges

The gauge shown in Figure 15 is pushed toward each side of each cover, cover plate or actuating member which is fixed without screws on a mounting or supporting surface, as shown in Figure 16. The face B resting on the mounting/supporting surface, with the face A perpendicular to it, the gauge is applied at right angles to each side under test.

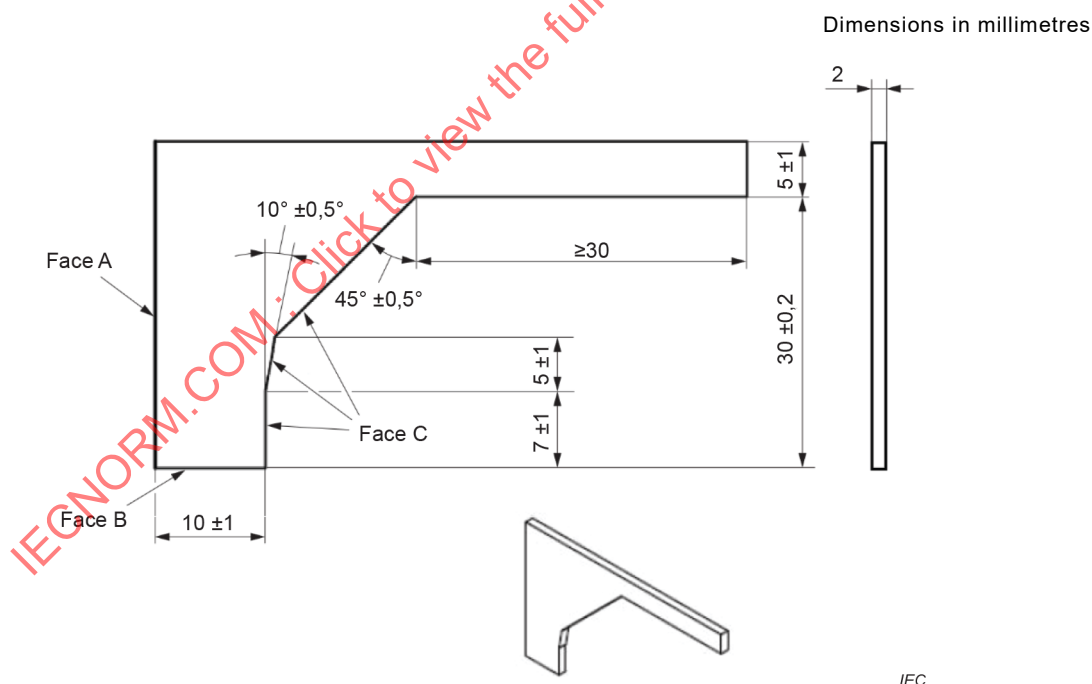
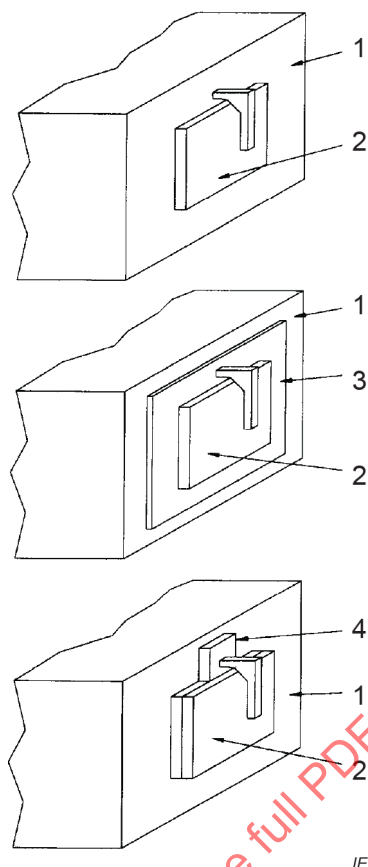


Figure 15 – Gauge (thickness: about 2 mm) for the verification of the outline of covers, cover plates or actuating members

**Key**

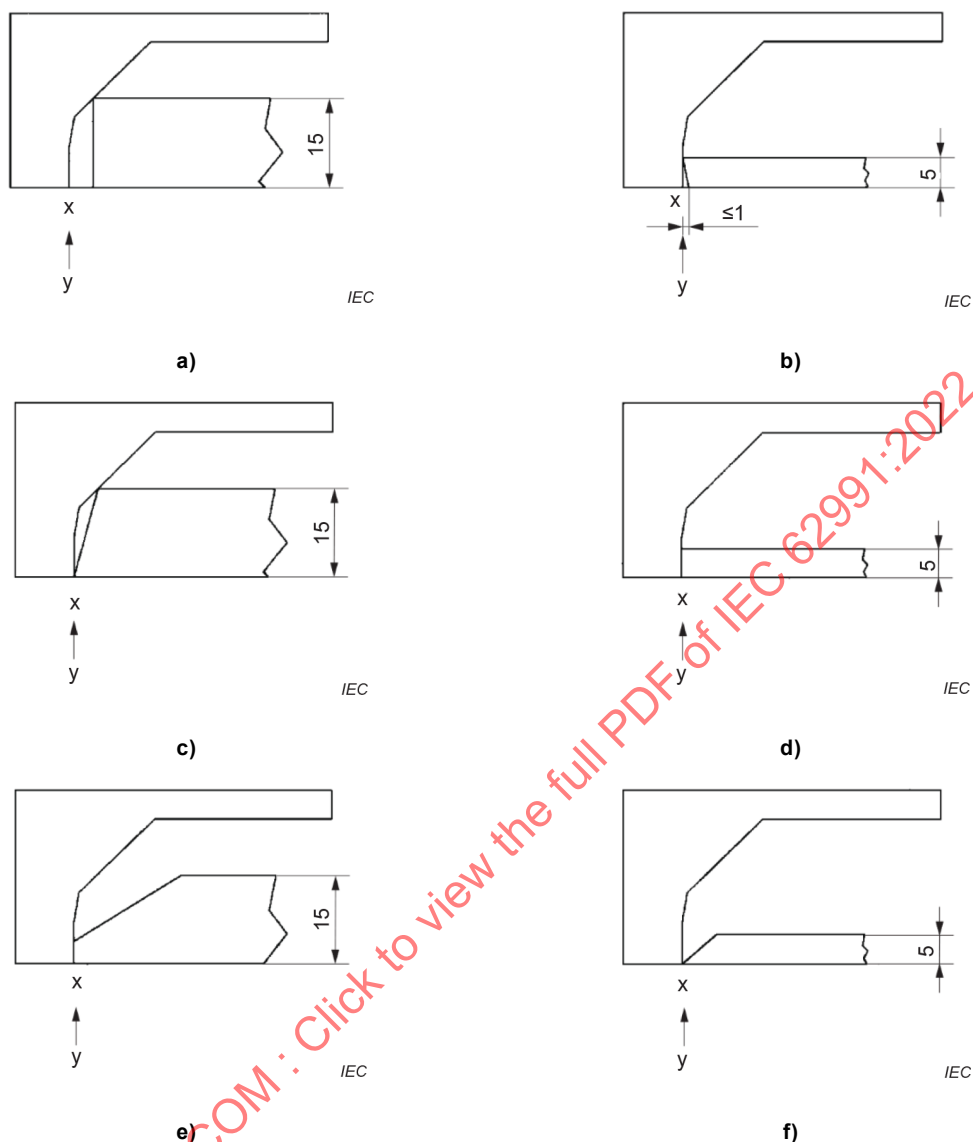
- 1 Mounting surface
- 2 SSE
- 3 Surface support
- 4 Spacing piece having the same thickness as the supporting part

Figure 16 – Example of application of the gauge of Figure 15 on covers fixed without screws on a mounting surface or supporting surface

In the case of a cover or cover plate fixed without screws to another cover or cover plate, having the same outline dimensions, the face B of the gauge shall be placed at the same level as the junction; the outline at the cover or cover plate shall not exceed the outline of the supporting surface.

The distances between the face C of the gauge and the outline of the side under test, measured parallel to face B, shall not decrease (except for grooves, holes, reverse tapers or the like, placed at a distance less than 7 mm from a plane including face B and complying with the test of 9.3.9) when measurements are repeated starting from point X in the direction of the arrow Y (see Figure 17).

Dimensions in millimetres



Key

Cases a) and b): do not comply.

Cases c), d), e) and f): comply (compliance shall however be checked also with the requirements of 9.3.9 using the gauge shown Figure 15).

Figure 17 – Examples of applications of the gauge of Figure 15

9.3.9 Tests of grooves, holes and reverse tapers

A gauge according to Figure 18, applied with a force of 1 N, shall not enter more than 1,0 mm from the upper part of any groove, hole or reverse taper or the like when the gauge is applied parallel to the mounting/supporting surface and at right angles to the part under test, as shown in Figure 19.

The verification of whether the gauge according to Figure 18 has entered more than 1,0 mm is made with reference to a surface perpendicular to face B and including the upper part of the outline of the grooves, holes, reverse tapers or the like.

Dimensions in millimetres

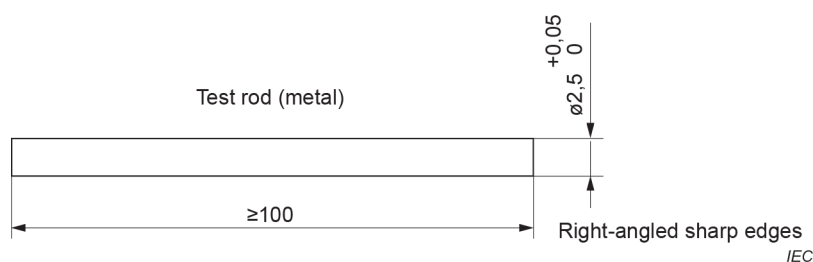
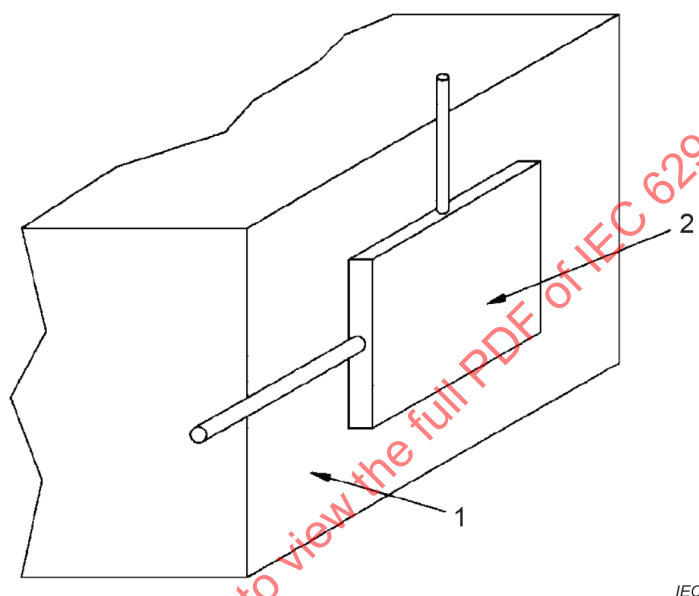


Figure 18 – Gauge for verification of grooves, holes and reverse tapers



Key

- 1 Mounting surface
- 2 SSE

Figure 19 – Sketch showing the direction of application of the gauge of Figure 18

9.4 Measurements of clearances and creepage distances

For measurements of clearances and creepage, see also Annex C.

The measurements are made on the specimen fitted with conductors of the largest cross-sectional area specified in Table 8 and also without conductors.

Distances through slots or openings in external parts of insulating material are measured to metal foil in contact with the accessible surface; the foil is pushed into corners and the like by means of the straight unjointed test finger having the same dimension as the standard test finger of Figure 20 (test probe B of IEC 61032:1997), but the foil is not pressed into openings.

The conductor shall be inserted into the terminal and connected in such a way that the core insulation touches the metal part of the clamping unit or, if the core insulation is prevented by construction from touching the metal part, the outside of the obstruction.

For surface-type SSE, the most unfavourable conduit or cable is introduced for a distance of 1 mm into the specimen in accordance with 8.2.2.2.

If the metal frame supporting the base of flush-type SSE is movable, this frame is placed in the most unfavourable position.

Any metal part in contact with a metal part of the mechanism is considered to be a metal part of the mechanism.

The contribution to the creepage distance of any groove less than 1 mm wide is limited to its width. Any airgap less than 1 mm is ignored in computing the total clearance.

NOTE The surface on which the base of a surface-type specimen is mounted includes any surface in contact with the base when the specimen is installed. If the base is provided with a metal plate at the back, this plate is not regarded as the mounting surface.

The insulating materials are classified into material groups based on their comparative tracking index (CTI) according to IEC 60664-1:2020, 4.6.3.

9.5 Test of reliability of screws, current-carrying parts and connections

The screws or nuts are tightened and loosened 5 times.

The test is made by means of a suitable test screwdriver or spanner applying a torque as shown in Table 15.

The screws and nuts shall be tightened in one smooth and continuous motion.

The test is made with rigid conductors only, having the largest cross-sectional areas specified in Table 8, solid or stranded, whichever is the more unfavourable. The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

During the test, the screwed connections shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or deterioration to the head slots, threads, washers or stirrups, that will impair the further use of the SSE.

Moreover, enclosures and covers shall not be damaged.

9.6 Test of reliability of screw-type terminals for external copper conductors

9.6.1 Compliance with the requirements of 8.2.5 is checked by inspection, by the test of 9.5, for which a rigid copper conductor having the largest cross-section specified in Table 8 is placed in the terminal (for nominal cross-sections exceeding 6 mm², a rigid stranded conductor is used; for other nominal cross-sections, a solid conductor is used), and by the tests of 9.6.2, 9.6.3 and 9.6.4.

The tests of 9.6.2 to 9.6.4 are made using a suitable test screwdriver or spanner, and applying the torque specified in Table 15.

9.6.2 The terminals are fitted with copper conductors of the same type (solid, stranded or flexible) of the smallest and largest cross-sections specified in Table 8.

The terminal shall be suitable for all types of conductors: rigid (solid or stranded) and flexible, unless otherwise specified by the manufacturer.

Terminals shall be tested with the minimum and maximum cross-section of each type of conductors on new terminals as follows:

- tests for solid conductors shall use conductors having cross-sections from 1 mm² up to 6 mm², as applicable;
- tests for stranded conductors shall use conductors having cross-sections from 1,5 mm² up to 50 mm², as applicable;
- tests for flexible conductors shall use conductors having cross-sections from 1 mm² up to 35 mm², as applicable.

NOTE Information on AWG is given in Annex B.

The conductor is inserted into a new terminal for the minimum distance specified or, where no distance is specified, until it just projects from the far side, and in the position most likely to assist the wire to escape.

The clamping screws are then tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 15.

Each conductor is then subjected to a pull of the value, in newtons, shown in Table 18, according to the relevant cross section of the tested conductor.

Table 18 – Test values for pulling out test

Cross section of the conductor inserted in the terminal mm ²	0,75 ^a	Above 0,75 up to 1 included	Above 1 up to 1,5 included	Above 1,5 up to 4 included	Above 4 up to 6 included	Above 6 up to 10 included	Above 10 up to 16 included	Above 16 up to 50 included
Pull (N)	30	35	40	50	60	80	90	100
Terminals able to connect more diameters shall be tested only with the maximum value of the pulling force.								
^a For values lower than 0,75 mm ² , the manufacturer shall provide instructions for the pulling force.								

The pull is applied without jerks, for 1 min, in the direction of the axis of the conductor space.

When it is necessary, the tested values, for the different cross-sections with the relevant pulling force, shall be clearly indicated in the test report.

During the test, the conductor shall not move noticeably in the terminal.

9.6.3 The terminals are fitted with copper conductors of the smallest and largest cross sections specified in Table 8, solid or stranded, whichever is the more unfavourable, and the terminal screws are tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 15.

The terminal screws are then loosened and the part of the conductor which may have been affected by the terminal is inspected.

The conductors shall show no undue damage or severed wires.

NOTE Conductors are considered to be unduly damaged if they show deep or sharp indentations.

During the test, terminals shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups, that will impair the further use of the terminal.

9.6.4 The terminals are fitted with the largest cross-section area specified in Table 8, for stranded and/or flexible copper conductor.

Before insertion in the terminal, the strands of the conductor are suitably reshaped.

The conductor is inserted into the terminal until the conductor reaches the bottom of the terminal or just projects from the far side of the terminal and in the position most likely to permit a strand (or strands) to escape. The clamping screw or nut is then tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 15.

After the test, no strand of the conductor shall have escaped outside the retaining device.

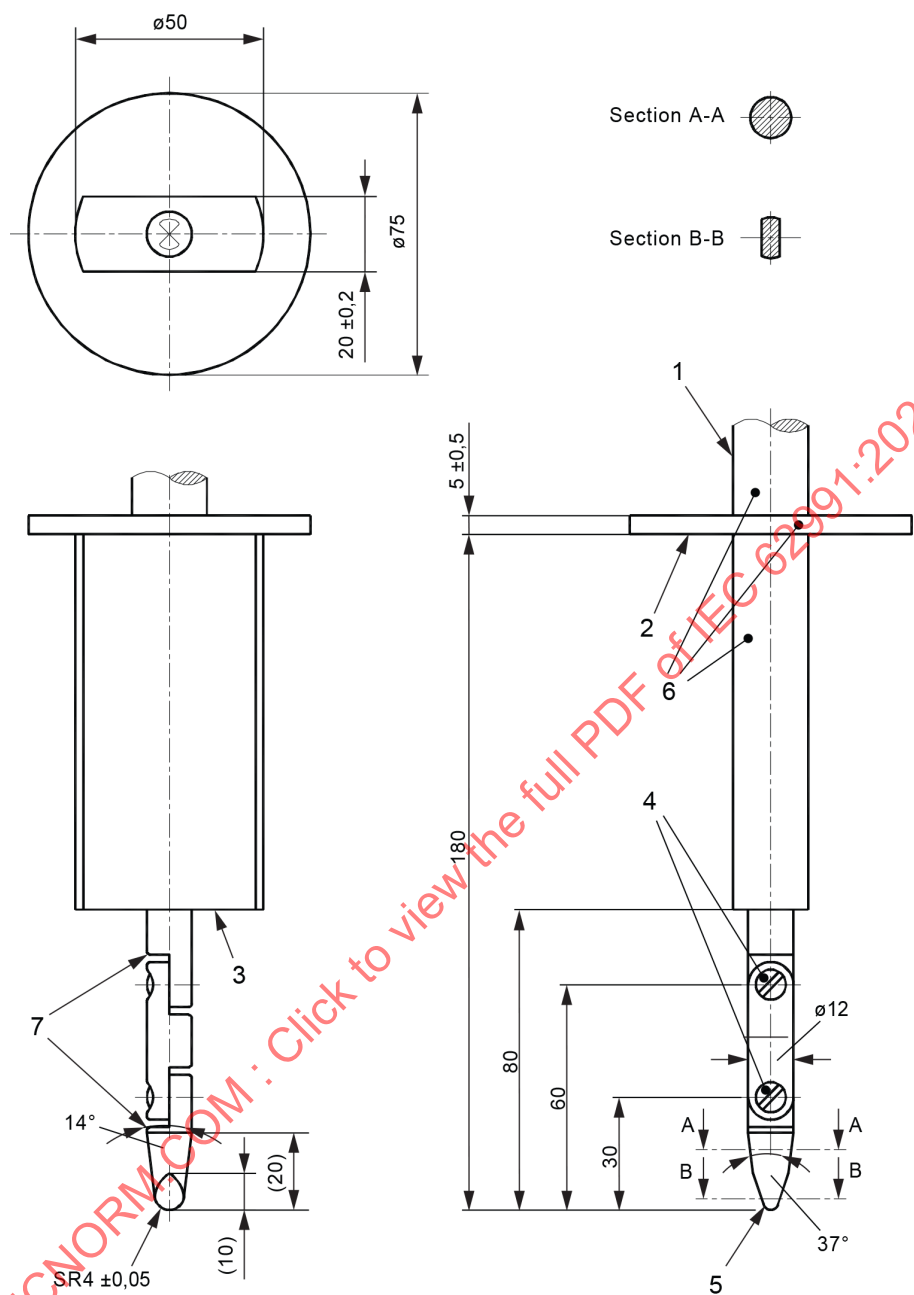
9.7 Tests for the protection against electric shock

This verification is applicable to those parts of equipment which are exposed to the operator when mounted for normal use.

The test is made with the standard test finger shown in Figure 20, on the specimen mounted for normal use and fitted with conductors of the smallest cross-sectional areas specified in Table 8. The test is then repeated with conductors of the largest cross-sectional areas specified in Table 8.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62991:2022

Dimensions in millimetres

**Key**

- 1 Handle
- 2 Guard
- 3 Stop face
- 4 Joints

- 5 R2 ± 0,05 cylindrical
- 6 Insulating material
- 7 Chamfer all edges

Material: metal, except where otherwise specified

Tolerances on dimensions without specific tolerance:

on angles: +0/-10

on linear dimensions:

up to 25 mm: +0/-0,05

over 25 mm: ±0,2

Both joints shall permit movement in the same plane and the same direction through an angle of 90° with a tolerance of +10/0

Figure 20 – Jointed test finger
(test probe B according to IEC 61032:1997)

The standard test finger shall be designed in such a way that each of the jointed sections can be turned through an angle of 90° with respect to the axis of the finger, in the same direction only.

The test finger is applied in every possible bending position of a real finger an electrical contact indicator being used to show contact with live parts.

It is recommended to use an electrical continuity indicator (e.g. lamp) operating from a voltage of not less than 40 V, one terminal being connected between all live terminals of the specimen linked together and the other terminal connected to the test finger to check for the possibility of contact with any live part of the specimen.

In addition, specimens having enclosures in elastomeric material are subjected to the following additional test, which is carried out at an ambient temperature of $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, the specimen being at this temperature.

During the additional test, the specimen is subjected for 1 min to a force of 75 N, applied through the tip of a straight unjointed test finger of the same dimensions as the standard test finger.

This finger, with an electrical indicator as described in this Subclause 9.7, is applied to all locations where yielding of insulating material could impair the safety of the specimen, but is not applied to membranes, knockouts or the like.

Unenclosed SSE having parts not intended to be covered by an enclosure are submitted to the test with a metal front panel and mounted as for normal use.

During this test, specimens with their associated mounting means shall not deform to such an extent that live parts can be touched with the unjointed test finger.

If the SSE is provided with a hole for adjusting the settings of the electronics and this hole is indicated as such, the adjustment shall not involve the risk of an electric shock.

Compliance is checked by applying a test pin according to Figure 21 through the hole. The pin shall not touch live parts.

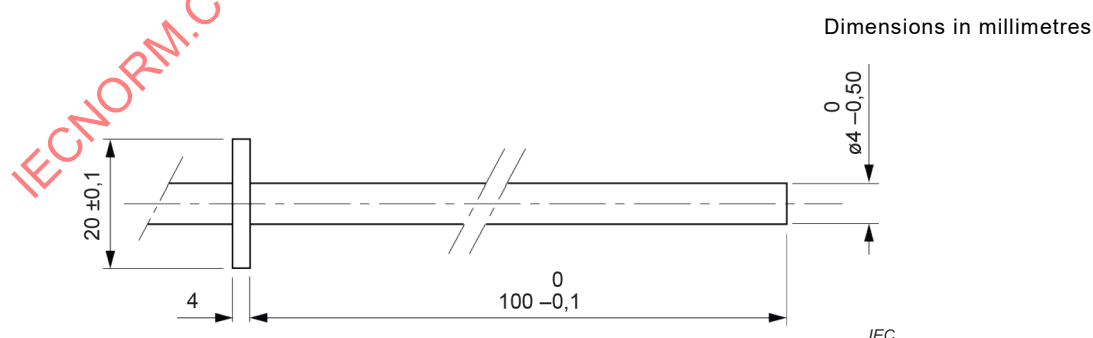


Figure 21 – Test pin for checking the protection against electric shock

9.8 Tests of dielectric properties

9.8.1 General

Tests 9.8.3 to 9.8.6 are carried out after the tests of 9.8.2 in the humidity cabinet or in the room in which the specimens were brought to the specified temperature, after reassembly of those parts which can be removed without the aid of a tool and were removed for the test.

Tests are carried out consecutively on the same specimens.

9.8.2 Tests of the resistance to humidity

Inlet openings, if any, are left open; if knockouts are provided, one of them is opened.

Parts which can be removed without the aid of a tool are removed and subjected to the humidity treatment with the main part; spring lids are kept open during this treatment.

The humidity treatment is carried out in a humidity cabinet containing air with relative humidity maintained between 91 % and 95 %.

The temperature of the air in which the specimens are placed is maintained within ± 1 °C of any convenient value of temperature T between 20 °C and 30 °C.

Before being placed in the humidity cabinet, the specimens are brought to a temperature between T and $T + 4$ °C.

The specimens are kept in the cabinet for two days (48 h).

NOTE A relative humidity between 91 % and 95 % can be obtained by placing in the humidity cabinet a saturated solution of sodium sulphate (Na_2SO_4) or potassium nitrate (KNO_3) in water having a sufficiently large contact surface with the air.

After this treatment, the sample shall show no damage within the meaning of this document and shall withstand the tests of 9.8.3, 9.8.4, 9.8.5 and 9.8.6.

9.8.3 Tests of the insulation resistance of the main circuits

After a delay of 30 min to 60 min following the humidity treatment of 9.8.2, the insulation resistance is measured with a DC voltage of approximately 500 V, the measurement being made 5 s after application of the voltage consecutively in the following order:

- a) with the specimen in the closed position, between each pole and all other poles connected to one another and the body (Table 19, item 1). The test is done once in position I and once in position II;

NOTE Electronic components can be disconnected for this test.

- b) with the specimen in closed position between all poles connected to one another and the body, including a metal foil or part in contact with the outer surface of the housing of insulating material but with the terminal areas kept completely free to avoid flashover between terminals and the metal foil (Table 19, item 2). The test is done once in position I and once in position II;
- c) with the specimen in the open position, between each pair of the terminals which are electrically connected to one another when the SSE contacts are in the closed position, in turn on each pole (Table 19, item 3) The test is done once in position I and once in position II. In addition, for devices with an OFF position according to 4.11, the test is also performed in the OFF position;
- d) for SSE with a metal enclosure having an internal lining of insulating material: between the body and a metal foil in contact with the inner surface of the linings of insulating material, including bushings and similar devices (Table 19, item 4).

The measurements of a) and b) and c) are carried out after having connected all auxiliary and control circuits to the body.

The term "body" includes:

- all accessible metal parts and a metal foil in contact with the outer surface of accessible external parts of insulating material which are accessible after installation as in normal use;
- metal frames supporting the base of flush-type SSE;
- the surface on which the base of the specimen is mounted, covered, if necessary, with a metal foil;
- fixing screws and other devices for fixing main parts, bases or covers and cover plates, external assembly screws, earthing terminals and any metal part of the mechanism if required to be insulated from live parts.

For measurements with a metal foil, the metal foil is applied in such a way that sealing compound is effectively tested.

The test according to Table 19, item 4, is only carried out if any insulating lining is necessary to provide insulation.

The insulation resistance shall be not less than the values shown in Table 19.

While wrapping the metal foil round the outer surface or placing it in contact with the inner surface of parts of insulating material, it is pressed against holes or grooves without any appreciable force, by means of the standard test finger (test probe 11 of IEC 61032:1997).

9.8.4 Tests of the dielectric strength of main circuits

After the specimen has passed the tests of 9.8.3, the insulation of parts indicated in 9.8.3 is subjected for 1 min to a voltage of substantially sinewave form, having a frequency between 45 Hz and 65 Hz.

The tests are carried out consecutively at test voltages and points of application as described in Table 19.

Initially, not more than half the specified voltage is applied; then it is raised rapidly to the full value within 5 s.

The high-voltage transformer used for the test shall be designed as follows. When the output terminals are short-circuited after the output voltage has been adjusted to the appropriate test voltage, the output current is at least 200 mA. The overcurrent relay shall not trip when the output current is less than 100 mA. The RMS value of the test voltage applied shall be measured with an accuracy of $\pm 3\%$.

No flashover or breakdown shall occur during the test.

Glow discharges without drop in the voltage are neglected.

NOTE In the following country, the test of item 7 in Table 19 is conducted between live parts and metal knobs, push-buttons and metal foil in contact with the outer surface of accessible external parts and operating keys of insulating material: AU.

Table 19 – Test voltage, points of application and minimum values of insulating resistance for the verification of dielectric strength

Insulation to be tested (item)		Minimum value of insulation resistance MΩ	Test voltage V	
			SSE having a rated voltage not exceeding 130 V	SSE having a rated voltage exceeding 130 V
1	Between each pole in turn and all other poles connected together and to the body, with the SSE in the closed position. The test is carried out once in position I and once in position II.	2	1 250	2 000
2	Between all poles connected to one another and the body, with the SSE in the closed position. The test is carried out once in position I and once in position II.	5	1 250	2 000
3	The SSE being in the open position, between each pair of terminals which are electrically connected to one another when the SSE is in the closed position, in turn on each pole: The test is carried out once in position I and once in position II. In addition, for devices with an OFF position according to 4.11, the test is also performed in the OFF position.	2	1 250	2 000
4	Between any metal enclosure and metal foil in contact with the inner surface of its insulation linings, if any ^a	5	1 250	2 000
5	Between live parts and accessible metal parts, if the metal parts of the mechanism are not insulated from live parts	b	2 000	3 000
6	Between live parts and parts of the mechanism, if the latter parts are not insulated from accessible metal parts	b	2 000	3 000
7	Between live parts and metal knobs, push-buttons and the like	b	2 500	4 000
8	Between: – main circuit(s) and control circuit(s), and – main circuit(s) and auxiliary circuits, if control circuit(s) and auxiliary circuits are electrically separated from main circuit(s)	2 2	c c	c c
9	Between SELV/PELV circuit(s) and other circuit(s) having a higher voltage than SELV/PELV	2	2 500	3 750
10	Between two SELV/PELV circuits	2	500	500
^a This test is only carried out if any insulation is necessary.				
^b Measurements of the insulation resistance are not requested for items 5, 6 and 7 according to 9.8.3.				
^c See Table 20.				

9.8.5 Tests of the insulation resistance and dielectric strength of other circuits

The measurement of the insulation resistance and the dielectric strength tests for the auxiliary circuits are carried out immediately after the measurement of the insulation resistance and the dielectric strength tests for the main circuit (see 9.8.3 and 9.8.4) under the conditions given in the following list:

- a) The measurements of the insulation resistance are carried out at a voltage of approximately 500 V DC:
 - between the auxiliary and control circuits connected to each other and to the body (item 8 of Table 19);
 - between each of the parts of the auxiliary circuits which might be electrically separated from the other parts in normal service and all of the other parts connected to one another (item 8 of Table 19).

After this voltage has been applied for 1 min, the insulation resistance is measured. Measured values shall not be less than the values reported Table 19 for item 8.

- b) For dielectric strength measurements, a substantially sinusoidal voltage at rated frequency is applied for 1 min between the parts as listed above under a).
 - The voltage values to be applied are specified in Table 20;
 - At the beginning of the test, the voltage shall not exceed half the value specified. It is then increased steadily to the full value in not less than 5 s, but not more than 20 s;
 - During the test, there shall be no flashover or perforation.
- c) For SELV/PELV circuits, measurements for items 9 and 10 of Table 19 are applied between the parts in the same way as expressed under a) and b) as follows:
 - measurements of the insulation resistance: After a voltage of 500 V DC has been applied for 1 min, the insulation resistance is measured. Measured values shall not be less than the values given in Table 19;
 - dielectric strength measurements: dielectric tests are conducted as listed under b) but with values of voltages according to Table 19.

Table 20 – Test voltages of auxiliary circuits

Rated voltage of auxiliary circuits (AC or DC)		Test voltage V
Greater than	Up to and including	
0	30	600
30	50	1 000
50	110	1 500
110	250	2 000
250	500	2 500

Discharges which do not correspond to a voltage drop are disregarded.

In the case of SSE in which an auxiliary circuit is not accessible for verifications of the requirements given in list item b), the tests shall be carried out on samples specifically prepared by the manufacturer or according to its instructions.

9.8.6 Verification of impulse withstand voltages (across clearances and through solid insulations)

9.8.6.1 General testing procedure

The impulses are given by a generator producing positive and negative impulses having a front time of 1,2 μ s, and a time to half-value of 50 μ s, the tolerances being as follows:

- ± 5 % for the peak value;
- ± 30 % for the front time;
- ± 20 % for the time to half-value.

For each test, five positive impulses and five negative impulses are applied, the interval between consecutive impulses being at least 1 s for impulses of the same polarity and being at least 10 s for impulses of the opposite polarity.

When performing the impulse voltage test on a complete specimen, the attenuation or amplification of the test voltage shall be taken into account. It needs to be ensured that the required value of the test voltage is applied across the terminals of the equipment under test.

The surge impedance of the test apparatus shall have a nominal value of 500 Ω .

In 9.8.6.2, for the verification of clearances, on a complete specimen, a generator with a very low output impedance is needed for the test. For this purpose, a hybrid generator with a virtual impedance of 2 Ω is appropriate if internal components are not disconnected before testing. However, in any case, a measurement of the correct test voltage directly at the clearance is required.

The shape of the impulses is adjusted with the specimen under test connected to the impulse generator. For this purpose, appropriate voltage dividers and voltage sensors shall be used.

Small oscillations in the impulses are allowed provided that their amplitude near the peak of the impulse is less than 5 % of the peak value.

For oscillations on the first half of the front, amplitudes up to 10 % of the peak value are allowed.

There shall be no disruptive discharge (sparkover, flashover or puncture) during the tests.

Partial discharges in clearances which do not result in breakdown are disregarded.

The use of an oscilloscope can be necessary to observe the impulse voltage to detect disruptive discharge.

9.8.6.2 Verification of clearances with impulse withstand voltage tests

If the measurement of clearances of items 2 and 4 of Table 7 and arrangements given in 9.8.3 show a reduction of the required length, this test applies. This test is carried out immediately after the measurement of the insulation resistance in 9.8.5.

This test may be applied to replace measurement of clearances of items 2 and 4 of Table 7.

The test impulse voltage values shall be chosen in Table 21 in accordance with the rated impulse voltage of the SSE as given in Table 2. These values are corrected for barometric pressure and/or altitude at which the tests are carried out, according to Table 21.

The test is carried out on a specimen fixed on a metal support.

Tests are carried out applying the impulse voltages as defined in a), b) and c):

- a) in turn between each pole and the other poles connected to one another, electronic components connected between current paths being disconnected for the test;
- b) between all poles connected to one another and the body, including a metal foil or part in contact with the outer surface of the housing of insulating material but with the terminal areas kept completely free to avoid flashover between terminals and the metal foil;
- c) for SSE with a metal enclosure having an internal lining of insulating material, between the body and a metal foil in contact with the inner surface of the lining of insulating material, including bushings and similar devices.

NOTE 1 The term "body" is defined in 9.8.3.

For each item, the tests are carried out with the SSE closed, once in position I and once in position II.

Where applicable, the metal foil is applied in such a way that the sealing compound, if any, is effectively tested.

Tests for a) and b) are carried out after having connected all auxiliary circuits to the body.

There shall be no disruptive discharge. If, however, only one such disruptive discharge occurs, ten additional impulses having the same polarity as that which caused the disruptive discharge are applied, the connections being the same as those with which the failure occurred. No further disruptive discharge shall occur.

NOTE 2 The expression "unintentional disruptive discharge" is used to cover the phenomena associated with the failure of insulation under electric stress, which include a drop in the voltage and the flowing of current.

Table 21 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage

Rated impulse withstand voltage ^a U_{imp} kV	Test voltages at corresponding altitude				
	$U_{1,2/50}$ peak kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4,0

^a Values for SSE declared with overvoltage category III according to IEC 60664-1:2020.

9.9 Tests of temperature-rise

9.9.1 General

For these tests, controls may be set to avoid switching.

For NC-SSE with two switching units, only one switching unit may be tested if the switching units have the same design with the same ratings. If that is not the case, each unit is tested in turn.

9.9.2 Test setup

SSE is mounted vertically as in normal use fitted with PVC insulated rigid copper conductors as specified in Table 22, the terminal screws or nuts being tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table 15.

Table 22 – Temperature-rise test currents and cross-sectional areas of copper conductors

Rated current A	Test current A	Nominal cross-sectional area of conductors mm ²
1	1,5	0,5
2	3	0,75
4	5	1,0
6	8	1,5
10	13,5	2,5
16	20	4
20	25	4
25	32	6
32	38	10
40	46	16
45	51	16
50	57,5	16
63	75	25
80	96	25
125	150	35

Flush-mounted SSE is mounted in flush-mounted boxes. The box is placed in a block of pinewood filled around the box with plaster so that the front edge of the box does not protrude and is not more than 5 mm below the front surface of the pinewood block.

The size of the pinewood block, which may be fabricated from more than one piece, shall be such that there is at least 25 mm of wood surrounding the plaster, the plaster having a thickness between 10 mm and 15 mm around the maximum dimensions of the sides and rear of the box.

The sides of the cavity in the pinewood block may have a cylindrical shape.

The test assembly should be allowed to dry for at least 7 days when first made.

Surface-type SSE shall be mounted centrally on the surface of a wooden block, which shall be at least 20 mm thick, 500 mm wide and 500 mm high.

Other types of SSE shall be mounted according to the manufacturer's instructions or, in the absence of such instructions, in the position of normal use considered to represent the most onerous condition.

The cables connected to the SSE shall enter through the top of the box, the point(s) of entry being sealed to prevent the circulation of air. The length of each conductor within the box shall be 80 mm ± 10 mm.

To ensure normal cooling of the terminals, all the conductors connected to them shall have a length of at least 1 m.

NOTE The rigid conductor can be solid or stranded, as applicable.

The test assembly shall be placed in a draught-free environment for the test.

9.9.3 Test procedure

The SSE inputs and output shall be tested under load conditions as follows.

Tests are conducted with alternating load currents adjusted according to Table 22 and applied for at least 1 h and until thermal stability is reached. Thermal stability means the temperature rise does not increase by more than 1 K/h.

The voltage is set at 1,1 times the rated voltage of the SSE.

The test currents for SSE having other rated currents are determined by interpolation between the next lower and higher ratings.

The temperature is determined by means of thermocouples positioned so that they have negligible effect on the temperature being determined.

Temperature rise of different parts of the SSE are defined and measured according to Table 9.

During the temperature rise test, the temperature needed to perform tests of 9.12.3 (ball pressure test) shall be determined. For the purposes of the tests on capacitors and resistors to prove compliance with 8.14, the reference temperature is the maximum temperature rise measured on those components during the test plus 25 K.

NOTE Undue oxidation of the contacts can be prevented by sliding action or using silver or silver-faced contacts.

9.10 Tests of making and breaking capacity

The specimens are mounted vertically in normal use and connected as described in 9.9.2.

The SSE is set at 1,1 times the rated voltage.

SSE specified with utilization categories are subjected to operations at a uniform rate according to Table 11 with values of test currents and a $\cos \varphi$ according to Table 10.

Other SSE is subjected to operations at a uniform rate according to Table 11 with values of test currents according to 8.6 and a $\cos \varphi = (0,6 \pm 0,05)$.

For SSE with different current ratings for the switching units, tests conditions are adjusted accordingly for each switch unit.

For these tests, controls can be disabled and switching may be monitored by other means.

The metal support of the SSE, if any, on which it is mounted, and the accessible metal parts of the SSE, if any, shall be earthed through a wire fuse which shall not blow during the test. The fuse element shall consist of a copper wire of 0,1 mm diameter and not less than 50 mm in length.

For other details of the test circuit, see 9.3.3.5 of IEC 61095:2009.

During the test, no sustained arcing shall occur.

After the test, the specimens shall show no damage which may impair their use.

9.11 Verification of performances

9.11.1 General

It shall be verified that all SSE operates without malfunction as stated in 8.7.2.2. SSE shall be operated in each position and each position of the contacts shall be verified electrically.

For verification of operation limits defined in 8.7.2.3.2, correct operation of R-SSE and A-SSE shall be verified, unless otherwise stated, by tests according to 9.11 with the control circuit supply voltage set once at 85 % and once at 110 % of the rated control circuit supply voltage. In the case of a range of rated control circuit supply voltages, 85 % applies to the lowest value and 110 % to the highest value of the supply voltage range.

For Class CT-SSE in which electromagnets directly operate the main contacts, the main contacts shall open or close satisfactorily when the control circuit supply voltage is increased from zero, or decreased from its rated value U_s , as appropriate, at the rate of $0,2 U_s$ per second.

NOTE Satisfactorily means "without chattering or sustained contacts bouncing".

Unless otherwise stated,

- tests are conducted loaded with any current;
- tests of C-SSE are conducted on a complete system with a switching unit as declared.

9.11.2 Verification of interlocking function

9.11.2.1 Verification under normal conditions

9.11.2.1.1 Manual operation

For these tests, it is permitted to not load the SSE.

For SSE equipped with a single manual actuator, when the actuator is moved from position I to position II, it shall be verified that the terminals of source 1 are disconnected from the load terminals before the source 2 terminals are connected to the load terminals. The test shall be repeated for the reverse operation from position II to position I.

For SSE equipped with distinct manual actuators for each source switching device, the following sequence shall be verified:

- With source 1 switching device in closed position, it shall be verified that the source 2 switching device cannot be manually switched to closed position;
- With source 2 switching device in closed position, it shall be verified that the source 1 switching device cannot be manually switched to closed position;
- For SSE which allow both source switching devices to be open at the same time: with source 1 and source 2 switching devices both in open position, it shall be verified that simultaneous closing operations do not result in the closure of both switching devices at any time.

9.11.2.1.2 Remote operation

If the interlock is designed to be electrically powered for operations, the tests shall be conducted once with this power supply connected and a second time with the power supply disconnected.

For SSE equipped with a single remote actuator, when a remote order to transfer from position I to position II is applied, it shall be verified that the load terminals are disconnected from source 1 terminals before being connected to source 2 terminals. The test shall then be repeated for the reverse operation from position II to position I.

For SSE equipped with distinct remote operators for each switching device, the following sequences shall be verified:

- With source 1 switching device in closed position, it shall be verified that the source 2 switching device cannot be closed when a remote closing order on the source 2 switching device is applied during 5 s;
- With source 2 switching device in closed position, it shall be verified that the source 1 switching device cannot be closed when a remote closing order on the source 1 switching device is applied during 5 s;
- For SSE provided with an OFF position, with source 1 and source 2 switching devices in the open position, it shall be verified that giving the order to switch both switching devices to close simultaneously during 5 s does not result in the closure of both devices.

9.11.2.2 Verification of the robustness of the interlock

9.11.2.2.1 General

This test is intended to verify that the mechanical interlocking function remains operational when the main contacts of one source are unable to open (welded or jammed, for example).

The test shall be conducted according to 9.11.2.2.2 for both positions I and II of SSE. If the construction of the SSE under tests is such that there is no significant physical difference between positions I and II that would influence the test results, the tests can be done in either of the positions. Reverse wise, if it can be determined that one position represents a more difficult case, the tests are only required to be done in that position.

M-SSE shall be tested using manual operation means while R-SSE and A-SSE shall be tested using remote operation means, and manual operation means if applicable.

In the case of multiple tip contact SSE, the least number of parallel contact tips shall be fixed together as necessary to hold the contact closed in order to allow the test force to be applied without the contacts separating.

To simulate the occurrence of welding on one main pole, one main contact shall be maintained in the closed position, e.g. by welding or gluing each point of contact (e.g. for double breaking contact, welding is carried out at the two contact points). The thickness of welding or gluing shall be such that the distance between contacts is not modified significantly and the method used shall be described in the test report.

Verification of the SSE condition shall be carried out according to 9.11.2.2.3.

9.11.2.2.2 Manual operation

This test applies to M-SSE. It also applies to R-SSE and A-SSE if they are provided with manual operation means.

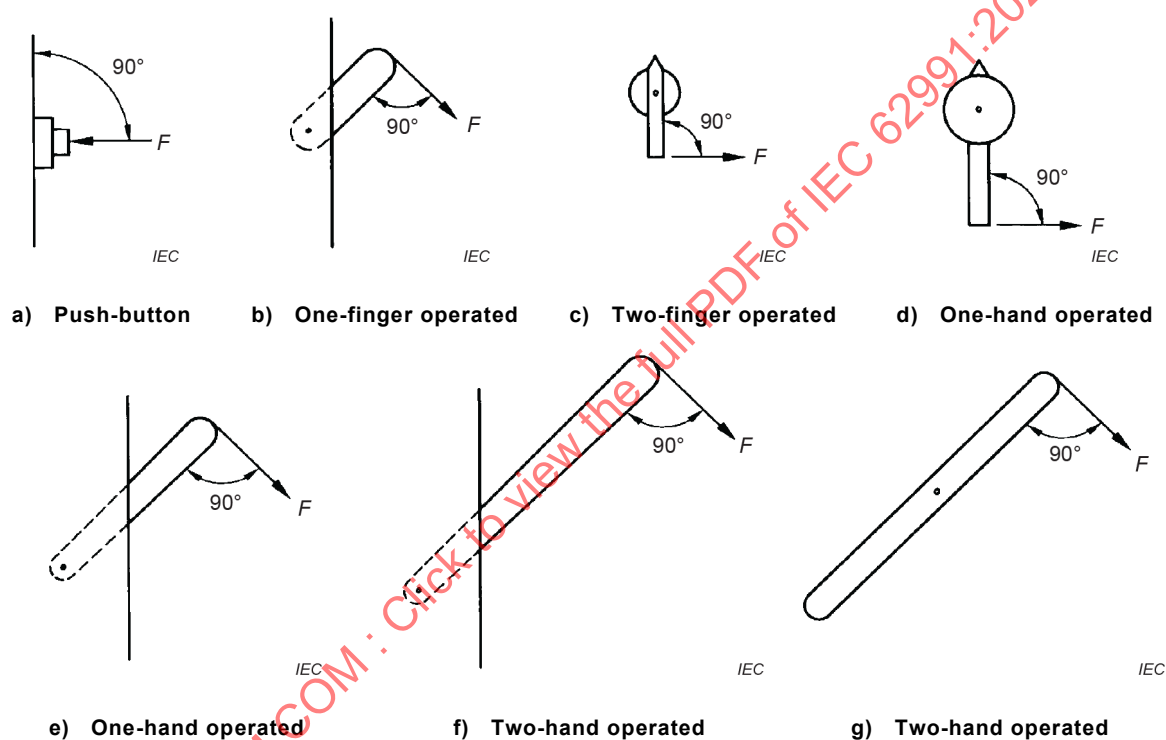
The test shall be performed without any electrical power.

The force necessary to operate the device from one position to another shall be measured at the extremity of the actuator. The measured force F shall be equal to the average value of the maximum force obtained from three consecutive operations including all interlocks with the SSE in a clean and new condition. This force F shall then be used for the establishment of the test force in Table 23.

Table 23 – Actuator test force

Type of actuator ^a	Test force ^a	Minimum test force N	Maximum test force N
Push-button (a)	$3F$	50	150
One-finger operated (b)	$3F$	50	150
Two-finger operated (c)	$3F$	100	200
One-hand operated (d) and (e)	$3F$	150	400
Two-hand operated (f) and (g)	$3F$	200	600

^a F is the normal operating force in new condition. The test force shall be $3F$ with the stated minimum and maximum values and be applied as shown in Figure 22.

**Key**

- a) Push-button
- b) One-finger operated
- c) Two-finger operated
- d), e) One-hand operated
- f), g) Two-hand operated

Figure 22 – Actuator test force

With the SSE closed in position I, the fixed and moving contacts of one pole for which the test is deemed to be the most severe shall be fixed together, for example, by welding.

The actuator shall be submitted to a test force of $3F$ but which, however, shall not be less than the minimum nor more than the maximum values given Table 23, corresponding to the type of actuator.

The test force shall be applied without shock to the extremity of the actuator, for a period of 10 s, in the direction to open the contacts previously fixed together.

For SSE that may be operated manually with a handle, the direction of the test force with respect to the actuator shall be as shown Figure 22 and maintained throughout the test. The test is repeated three times.

9.11.2.2.3 Condition of equipment during and after test

During and after the tests, none of the main contacts of the other source switching device shall close, whether temporarily or definitively. The verification shall be carried out through an electrical continuity test.

9.11.2.2.4 Verification of electrical interlock in case of individual failure

This Subclause 9.11.2.2.4 applies when the equipment is equipped with only an electrical interlock, or with only an electrically driven mechanical interlock, and no mechanical interlock.

Verification of the requirements of 8.7.2.2 shall be performed using either a failure mode effect analysis, or by simulating any possible individual failure, including, but not limited to, welded main contacts, welded auxiliary contacts, open-wiring or controller failure.

9.11.2.3 Verification of the contact transfer time

Contact transfer time shall be verified by tests for each mode of operation (mechanical and electrical) as applicable.

For SSE having a single mechanical operating handle, the handle shall be operated with an operating speed during actuation of $1 \text{ m/s} \pm 25\%$, this speed being measured where the operating means of the test apparatus touches the actuating means of the SSE under test. For rotary handles, the angular velocity shall correspond substantially to the above conditions, referred to the speed of the operating means (at its extremities) of the SSE under test.

For SSE having mechanical operating means requiring multiple motions to complete the transfer, each portion of the transfer operation shall be performed as simultaneously as possible taking into account the operation of the mechanical interlock, with an operating speed as specified in the above paragraph.

For A-SSE or R-SSE, the contact transfer time shall be measured under electrical operation, with the control circuit supply voltage at 110 % of its rated value.

9.11.3 Verification of controls, sequences and limits of operations

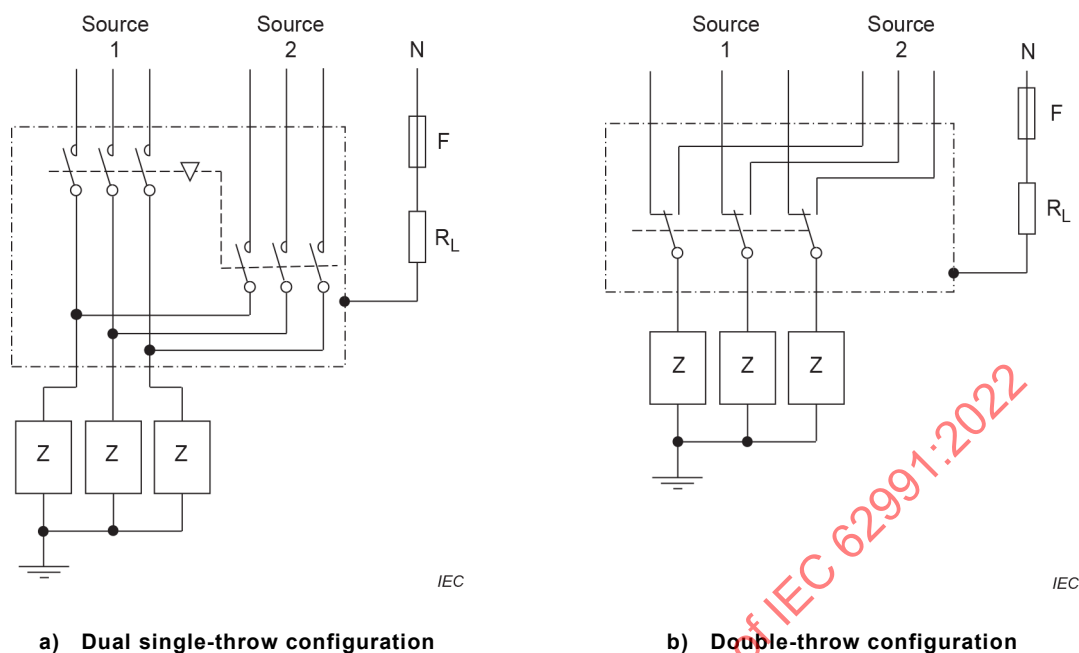
9.11.3.1 General

Tests set out in this Subclause 9.11.3 apply to SSE for verifying its performance according to the requirements given in 8.7.2.3.

9.11.3.2 Verification of operation upon loss of supply of source 1

The SSE shall be connected as shown in Figure 23 (Figure 23 a) or Figure 23 b), as applicable). The SSE shall be closed in position I, and both sources supplied at the rated voltage and frequency.

NOTE Source 1 is considered, by convention, connected to position I of the SSE in this document.

**Key**

F Fusible element

Z Test circuit load

 R_L Fault current limiting resistor

NOTE The above circuit diagram is representative of the electrical conditions but need not represent the mechanical conditions.

Connections are as stated in 9.3.3.5.2 of IEC 61095:2009.

Figure 23 – Test circuit for connection to source 1 and source 2

With one of the monitored line conductors of source 1 disconnected, for a duration shorter than the corresponding time-delay, no switching operation shall occur.

With one of the monitored line conductors of source 1 disconnected, for a duration longer than the corresponding time-delay, if applicable, SSE classified according to 4.9 a) shall transfer to position II. Operation time shall be within the limits specified by the manufacturer.

If the SSE is provided with adjustable time delay(s), the tests shall be carried out once with the time delay(s) set to the minimum value, and once with the time delay(s) set to the maximum value.

With the source 1 phase reconnected, the SSE shall either return to position I, if set to "automatic return" mode, or stay in position II, if set to "non-automatic return" mode.

The test shall be repeated for each monitored source with each of the monitored source conductors disconnected in turn.

9.11.3.3 Verification of operations upon deviations of source 1

These tests apply to A-SSE provided with means to initiate transfers upon deviations of source 1.

NOTE Source 1 is considered, by convention, connected to position I of the SSE in this document.

If the SSE is provided with adjustable time delay(s), these tests shall be carried out with the time delay(s) set to the minimum value.

If the SSE is provided with adjustable deviation limits for source 1, these tests shall be carried out once with the limits set to the minimum value, and once with the limits set to the maximum value.

For each of the declared monitored source characteristics, the SSE shall be connected as shown in Figure 23 (Figure 23 a) or Figure 23 b) as applicable). The declared source characteristics monitored on each terminal of source 1 shall be altered in turn to the limiting values and tolerances as stated by the manufacturer and then restored to the original value. This test shall be repeated by altering each of the source characteristics in turn on all the line conductors simultaneously and by restoring them to the original value. For these tests, source 2 terminals are supplied at their rated voltage and frequency.

In each of the tests, SSE classified according to 4.9 a):

- shall not transfer to position II when the characteristics of source 1 are reduced, or increased if applicable, to a value within the deviation limits of source 1;
- shall transfer to position II when the characteristics of source 1 are reduced or increased if applicable, to a value outside the deviation limits of source 1;
- shall either return to position I when the characteristics of source 1 are restored (if the SSE is set to "automatic return" mode) or stay in position II (if the SSE is set to "non-automatic return" mode).

These tests shall be repeated for other monitored sources, if any.

9.11.3.4 Verification of operations upon deviations of source 2

These tests apply to A-SSE provided with means to initiate transfers upon deviations of source 2.

The SSE shall be connected as shown in Figure 23 (Figure 23 a) or Figure 23 b) as applicable), closed in position I. The operating values of voltage and frequency at which the transfer from position I to position II occurs shall be verified in accordance with item a) or b) below, as applicable.

a) For voltage source deviation monitoring:

- 1) With source 2 voltage set below the limit value stated by the manufacturer and source 1 voltage at its rated value, the SSE shall, when one of the conductors of source 1 is disconnected, either not operate or disconnect source 1, but shall not transfer to source 2 for SSE without an OFF position. Then gradually increase the voltage of source 2. Transfer shall occur within the source 2 voltage limits stated by the manufacturer.
- 2) If overvoltage monitoring is provided, the test shall be repeated but starting with source 2 supply voltage above the value stated by the manufacturer and then by decreasing this voltage.
- 3) When tests 1 and 2 are conducted for SSE provided with an OFF position, transfer to the OFF position shall occur upon disconnection of one of the conductors of source 1 when the source 2 is outside the limits stated by the manufacturer. Then, transfer to source 2 shall occur when the source 2 voltage is set back within the source 2 voltage limits stated by the manufacturer, if the SSE is declared to provide such functionality and set to "automatic mode" mode, or stay in the OFF position if such functionality is not provided or the SSE is set to "non-automatic" mode.

For these tests 1), 2) and 3), the frequency is set at the rated frequency for both sources.

b) For voltage and frequency deviation monitoring:

With source 1 voltage and frequency set at its rated value stated by the manufacturer, apply successively the following tests for SSE declared without an OFF position:

- starting with source 2 frequency below the pickup value, maintain its voltage at the minimum specified value. The SSE shall, when one of the conductors of source 1 is disconnected, not operate or disconnect source 1, but shall not transfer to source 2. Then gradually increase the frequency of source 2. Transfer shall occur within the frequency limits stated by the manufacturer.
- starting with source 2 voltage below the pickup value, maintain its frequency at the minimum specified value. The SSE shall, when one of the conductors of source 1 is disconnected, not operate or disconnect source 1, but shall not transfer to source 2. Then gradually increase the voltage of source 2. Transfer shall occur within the voltage limits stated by the manufacturer.
- if over-frequency monitoring is provided: starting with source 2 frequency above the pickup value, maintain its voltage at the maximum specified value. The SSE shall, when one of the conductors of source 1 is disconnected, not operate or disconnect source 1, but shall not transfer to source 2. Then gradually decrease the frequency of source 2. Transfer shall occur within the frequency limits stated by the manufacturer.
- if over-voltage monitoring is provided: starting with source 2 voltage above the pickup value, maintain its frequency at the maximum specified value. The SSE shall, when one of the conductors of source 1 is disconnected, not operate or disconnect source 1, but shall not transfer to source 2. Then gradually decrease the voltage of source 2. Transfer shall occur within the voltage limits stated by the manufacturer.
- when tests under b) are conducted for SSE provided with an OFF position, transfer to the OFF position shall occur upon disconnection of one of the conductors of source 1 when voltage or frequency of the source 2 is outside the limits stated by the manufacturer. Then, transfer to source 2 shall occur when both voltage and frequency of the source 2 are set back within source 2 limits stated by the manufacturer, if the SSE is declared to provide such functionality and set to "automatic mode" mode, or stay in the OFF position (if such functionality is not provided or the SSE is set to "non-automatic" mode).

These tests are repeated for other monitored sources, as applicable.

9.11.3.5 Verification of operations with closed transition

Tests shall be carried out once with the limits set to the minimum value, and once with the limits set to the maximum value for adjustable units stated by the manufacturer. When deviation limits are fixed, these same tests shall be done within the specified limits.

The SSE shall be connected as shown in Figure 23. The operating values of sets (voltage, frequency, phase angle) at which the transfer from one position to another occurs shall be verified in accordance with the following procedure.

For each of the following parameters (voltage, frequency and phase angle):

- fix one parameter on one source (e.g. voltage) below the configured pickup value;
- maintain all other parameters within the limits that authorize transfer to the alternative source;
- gradually increase (or decrease, e.g. if overvoltage or over-frequency is provided) the parameter under test until switching operation occurs.

Tests are repeated in turn for all parameters above listed (voltage, frequency and phase angle), and, if applicable, for all additional characteristics which may be declared.

For all the tests, operations shall only occur for the limits stated by the manufacturer, and when one of the parameters of one source is outside its limits, the SSE shall either transfer the loads to the alternative source (if it is ready), or disconnect the alternative source (if the alternative source is not ready) or transfer towards the OFF position, if any.

9.11.3.6 Verification of operations of SSE upon external signals

If the SSE is supposed to transfer sources based on incoming signals from other systems according to 8.7.2.3.6, SSE shall be tested as stated in relevant documents from the manufacturer and switching operations of sources shall be carried out as stated in those manufacturer documents.

For SSE remotely controlled by other systems:

- the remote system controlling the SSE shall be used for controlling the SSE according to manufacturer's instructions;
- settings and logic sequences should be tested in turn to represent all situations declared by the manufacturer.

Switching operations of sources should be tested following similar considerations as in 9.11.3.2 to 9.11.3.5 where voltages, frequency and phase angle(s) (and other characteristics, if stated by the manufacturer) are adjusted to check for correct and safe behaviour of the SSE.

These tests shall be conducted on one specimen according to manufacturer's instructions.

Tests shall show that switching of sources occurs as stated by the manufacturer and that switching operations occur only when voltage, frequency and phase angle(s) are within their limits.

9.11.4 Verification of the operational performance capability

9.11.4.1 General

The specimens are mounted vertically as for normal use and connected as described in 9.9.2 to the test circuit with cables of length $1\text{ m} \pm 0,1\text{ m}$.

The rate of operation of the SSE shall be uniform and applied according to manufacturer's instructions.

No maintenance or replacement of parts is permitted.

9.11.4.2 Tests of NC-SSE

The SSE shall make and break the test currents at the voltage and power factor as defined in 8.7.3. For the controls, the voltage shall be 100 % of the rated control supply voltage.

9.11.4.3 Tests of C-SSE

The verification of electrical operational performance need not be made for SSE combining switching devices already fulfilling electrical endurance (number of operations) requirements of a relevant IEC product standard.

In this case, the mechanical operational performance test shall be carried out with the total number of electrical and mechanical operating cycles defined in the relevant IEC product standard, or the number of operations declared by the manufacturer, if higher.

Test circuits given in relevant standards for the combined switching devices apply.

Tests may be conducted with the SSE loaded with any current or unloaded.

For these tests, the sensing and control relays shall be energized at their rated quantities. Voltage and frequency sensing relays may be bypassed to facilitate testing.

C-SSE provided with a mechanical and/or electrical interlocking means shall be equipped with these means during all operational performance capability tests.

9.11.4.4 SSE condition during and after the tests

During the test, the specimens shall operate correctly.

After the test, the specimens shall withstand an electric strength test defined:

- as specified in 9.8.4 for NC-SSE, the test voltage of 4 000 V being reduced to 1 000 V, and other test voltages to 500 V;
- as specified in the relevant IEC standard for the switching units of C-SSE.

The specimens shall not show:

- wear impairing their further use;
- deterioration of enclosures, insulating linings or barriers to such an extent that the SSE cannot be further operated.

Humidity treatment of 9.8.2 is not repeated before the electric strength test of this Subclause 9.11.4.4.

Sticking of the contacts which does not prevent further operation of the SSE is not regarded as welding. Sticking of contacts is permitted if the contacts can be separated with a force applied to the mechanism of a value which does not damage the SSE mechanically.

9.12 Tests of heat resistance

9.12.1 Basic heating test

The samples, without removable covers, if any, are kept for 1 h in a heating cabinet at a temperature of $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$; removable covers, if any, are kept for 1 h in the heating cabinet at a temperature of $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$.

During the test, the samples shall not undergo any change impairing their further use and sealing compound, if any, shall not flow to such an extent that live parts are exposed.

After the test and after the samples have been allowed to cool down to approximately room temperature, there shall be no access to live parts which are normally not accessible when the samples are mounted as in normal use, even if the standard test finger (see Figure 20) is applied with a force not exceeding 5 N.

After the test, markings shall still be legible.

Discoloration, blisters or slight displacement of the sealing compound is disregarded provided that safety is not impaired within the meaning of this document.

For the purpose of the tests of 9.12.2 and 9.12.3, bases of surface-type SSE are considered as external parts.

The tests of 9.12.2 and 9.12.3 are not made on parts of ceramic material.

If two or more of the insulating parts referred to in 9.12.2 and 9.12.3 are made of the same material, the test according to 9.12.2 or 9.12.3, as applicable, is carried out on only one of these parts.

9.12.2 Ball-pressure test on parts of insulating material necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position

External parts made of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the earthing circuit are subjected to a ball-pressure test by means of the apparatus shown in Figure 24.

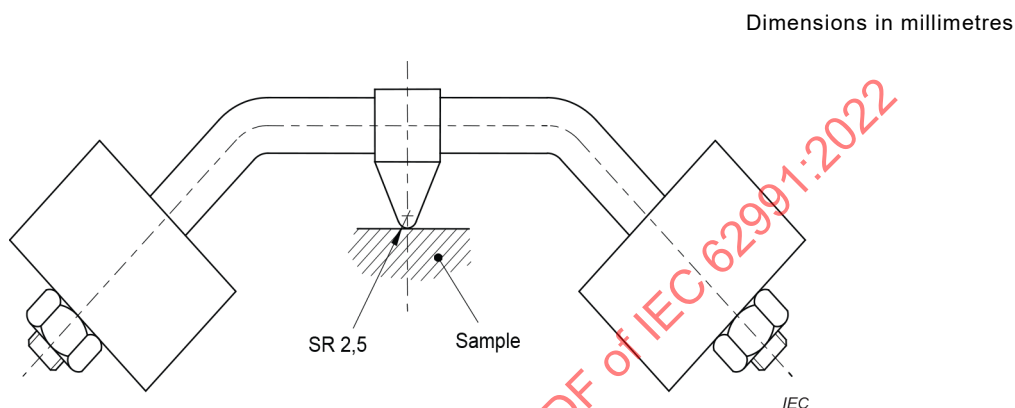


Figure 24 – Ball-pressure test apparatus

The surface of the part to be tested is placed in the horizontal position on a steel support and a steel ball of 5 mm diameter is pressed against this surface with a force of 20 N.

The test lead and the supporting means shall be placed within the heating cabinet for a sufficient time to ensure that they have attained the stabilized testing temperature before the test commences.

The test is made in a heating cabinet at a temperature of $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

After 1 h, the ball is removed from the sample. The sample is then cooled down within 10 s to approximately room temperature by immersion in cold water.

The diameter of the impression caused by the ball is measured and shall not exceed 2 mm.

9.12.3 Ball-pressure test on parts of insulating material not necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position

External parts of insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the earthing circuit, even though they are in contact with them, are subjected to a ball pressure test in accordance with 9.12.2, but the test is carried out at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ plus the highest temperature rise, determined for the relevant part during the test of 9.9, whichever is the higher.

9.13 Tests of the resistance of insulating material to abnormal heat and to fire

The test is performed according to IEC 60695-2-10 and IEC 60695-2-11:2021 under the following conditions:

- for parts made of insulating material necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, by the test carried out at a temperature of $(850 \pm 15) ^\circ\text{C}$, except for parts of insulating material needed to retain the earth terminal in position in a box which shall be tested at a temperature of $(650 \pm 10) ^\circ\text{C}$;

- for parts of insulating material not necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, even though they are in contact with them, by the test carried out at a temperature of $(650 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

A current-carrying part or a part of the earthing circuit retained by mechanical means is considered to be retained in position. The use of grease or the like is not considered to be mechanical means.

In case of doubt, to determine whether an insulating material is necessary to retain current carrying parts and parts of the earthing circuit in position, the device is examined without conductors while being held in positions most likely to cause displacement of the current-carrying parts or parts of the earthing circuit with the insulating material in question removed.

For this test, bases of surface-type SSE are considered as external parts.

Small parts, where each surface lies completely within a circle of 15 mm diameter, or where any part of the surface lies outside a 15 mm diameter circle and it is not possible to fit a circle of 8 mm diameter on any of the surfaces, are not subjected to the test of this Subclause 9.13 (see Figure 25 for diagrammatic representation).

Dimensions in millimetres

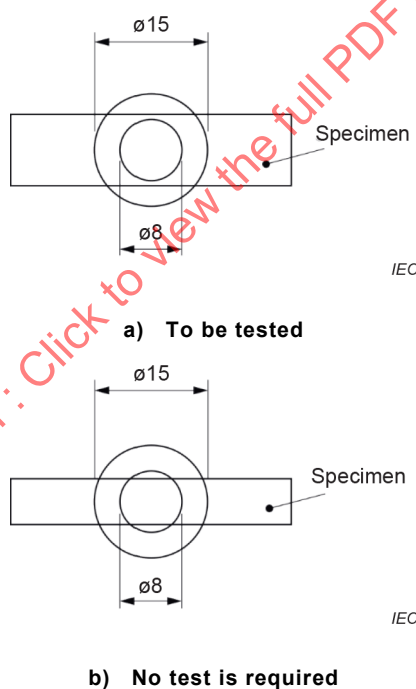


Figure 25 – Diagrammatic representation

If different insulating parts are made of the same material, the test is carried out only on one of these parts, according to the appropriate glow-wire test temperature.

NOTE 1 When checking a surface, projections on the surfaces and holes which are not greater than 2 mm on the largest dimension are disregarded.

The tests are not made on parts of ceramic material.

NOTE 2 The glow-wire test is applied to ensure that an electrically heated test wire under defined test conditions does not cause ignition of insulating parts or to ensure that a part of insulating material, which can be ignited by the heated test wire under defined conditions has a limited time to burn without spreading fire by flame or burning parts or droplets from the tested part falling onto the pinewood board covered with tissue paper.

NOTE 3 The glow wire cannot be applied directly to terminals area where the glow-wire cannot protrude far through the outer surface before touching either relatively big metal parts or even ceramics, which will cool down the glow-wire quickly and in addition limit the amount of insulating material ever coming into contact with the glow-wire. In this situation the parts ensure minimum severity of the test by cooling down the glow-wire and limiting access to the insulating material under test.

If possible, the specimen should be a complete SSE.

If the test cannot be made on a complete SSE, a suitable part may be cut from it for the purpose of the test.

The test is carried out on three specimens, with points of application for the glow-wire test being different from one specimen to another one. The test is carried out applying the glow-wire once on each specimen.

If an internal part of insulation material influences the test with negative results, it is allowed to remove the relevant identified internal part(s) of insulation material from a new sample. Then, the glow wire test shall be repeated at the same place on this new sample.

If it is not possible to perform the test on the complete end product, it is acceptable according to IEC 60695-2-11:2021, 4.3, to remove the part under examination in its entirety and test it separately.

The specimen shall be stored for 24 h at standard ambient atmospheric conditions before the test, in accordance with IEC 60212.

The specimen shall be positioned during the test in the most unfavourable position of its intended use (with the surface tested in a vertical position) on a piece of pinewood board covered with tissue paper. The tip of the glow-wire shall be applied to the specified surface of the specimen taking into account the conditions of the intended use under which a heated or glowing element may come into contact with the SSE.

During the application time of the glow-wire and during a period of 30 s from the end of the application time, the specimen and the surrounding parts, including the layer under the specimen, shall be observed.

The time when the ignition of the specimen occurs and/or the time when the flames extinguish during or after the application time of the glow-wire shall be measured and recorded.

The SSE is regarded as having passed the glow-wire test if one of the following conditions is met:

- there is no visible flame and no sustained glowing;
- flames and glowing at the SSE extinguish themselves within 30 s after the removal of the glow wire.

There shall be no ignition of the wrapping tissue or scorching of the pinewood board.

9.14 Resistance to rusting

All grease is removed from the parts to be tested using a suitable degreasing agent.

The parts are then immersed for 10 min in a 10 % solution of ammonium chloride in water at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Without drying, but after shaking off any drops, the parts are then placed for 10 min in a box containing air saturated with moisture at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

After the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$, their surfaces shall show no signs of rust.

NOTE 1 Traces of rust on sharp edges and any yellowish film removable by rubbing is ignored.

NOTE 2 For small springs and the like, and for inaccessible parts exposed to abrasion, a layer of grease can provide sufficient protection against rusting. Such parts are subjected to the test only if there is doubt as to the effectiveness of the grease film, and in such a case the test is then made without previous removal of the grease.

9.15 Tests of coordination with short-circuit protective devices (SCPDs)

9.15.1 General

For NC-SSE with two switching units, tests shall be conducted for both switching units except if they have the same design and have both the same ratings in which case the tests may be limited to one of the switching units. For switching units with different designs and/or different ratings, tests shall be conducted at their ratings.

9.15.2 Test conditions

9.15.2.1 Test circuit

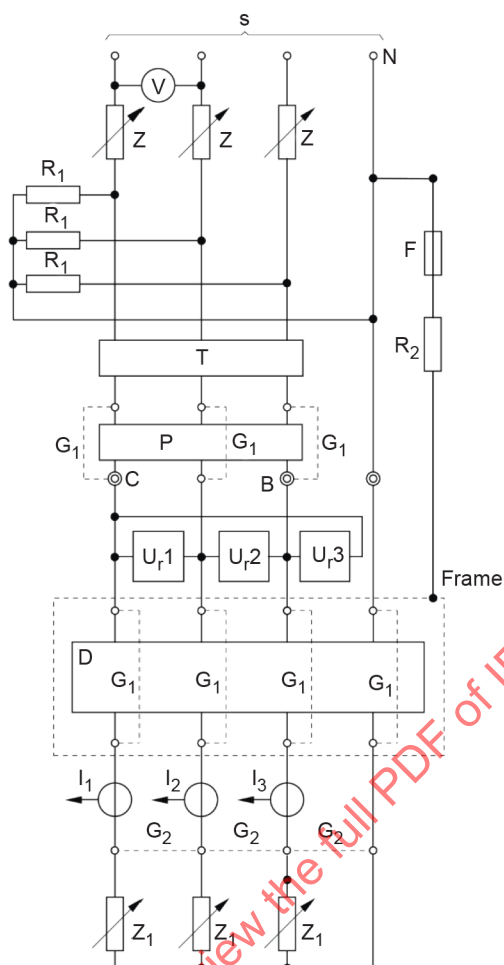
Figure 26 and Figure 27 give diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:

- a single pole SSE;
- a two-pole SSE;
- a three-pole SSE;
- a three-pole plus switched neutral SSE.

The closing device T may alternatively be situated between the load side terminals of the device under test and current sensors I_1 , I_2 and I_3 as applicable.

The voltage sensors U_{r1} , U_{r2} and U_{r3} are connected between phase and neutral, as necessary.

Resistances R_1 may be omitted depending on the test setup.

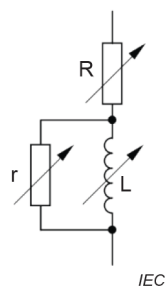


IEC

Key

N	Neutral conductor
S	Supply
R	Adjustable resistor(s)
Z	Impedance in each phase for the calibration of the rated conditional short-circuit current. The reactors shall preferably be air-cored and connected in series with resistors to obtain the required power factor.
Z ₁	Adjustable impedance to obtain current below the rated conditional short-circuit current
D	Device under test
Frame	All conductive parts normally earthed in service, including FE, if any
G ₁	Temporary connection(s) for calibration
G ₂	Connection(s) for the test with rated conditional short-circuit current
T	Making switch for the short circuit
I ₁ , I ₂ , I ₃	Current sensor(s). May be situated on the supply or on the load side of device under test
U _{r1} , U _{r2} , U _{r3}	Voltage sensor(s)
F	Device for the detection of a fault current
R ₁	Resistance drawing a current of approximately 10 A
R ₂	Resistor limiting the current in the device F
r	Resistor(s) taking approximately 0,6 % of the current
B and C	Points for the connections of the grid(s). See Annex E
P	Short-circuit protective device

Figure 26 – Typical diagram for all coordination tests

**Key**

L Adjustable air cored inductance(s)

r Resistor(s) taking approximately 0,6 % of the current

R Adjustable resistor(s)

Figure 27 – Detail of impedances Z and Z₁

The supply S feeds a circuit including impedance Z, the short-circuit protective device P (SCPD), the SSE under test (D), and the additional impedance Z₁.

The values of the resistors and reactors of the test circuit shall be adjusted to satisfy the specified test conditions.

The reactors L shall be preferably air cored. They shall always be connected in series with the resistors R, and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors; parallel connecting of reactors is possible when these reactors have practically the same time constant.

Since the transient recovery voltage characteristics of test circuits including large air-cored reactors are not representative of normal service conditions, the air-cored reactor in any phase shall be shunted by a resistor R taking approximately 0,6 % of the current through the reactor (see Figure 27).

If iron-core reactors are used, the iron-core power losses of these reactors shall not exceed the losses that would be absorbed by the resistors connected in parallel with the air-cored reactors.

In each test circuit the impedance L is inserted between the supply source S and the SSE.

The SCPD, or the equivalent impedance, is inserted between the impedance Z and the SSE.

The additional impedance Z₁ shall be inserted on the load side of the SSE.

The SSE shall be connected with cables having a length of 0,75 m per pole and the maximum cross-section corresponding to the rated current according to Table 6.

It is recommended that 0,5 m be connected on the supply side and 0,25 m on the load side of the SSE under test.

There shall be one and only one point of the test circuit which is directly earthed; this may be the short-circuit link of the test circuit or the neutral point of the supply or any other convenient point. The method of earthing shall be stated in the test report.

For verifying the minimum I^2t (let through energy) and I_p (perspective peak current) values to be withstood by the SSE as given in Table 24, tests shall be performed. The SCPD, if any, shall be adjusted and shall be embodied either by a silver wire or by a fuse or by any other means. The manufacturer shall specify the type of SCPD to be used in the tests.

For this test, verification of the correctly selected and adjusted SCPD (I^2t and I_p) is made prior to testing, the SSE being replaced by a temporary connection having a negligible impedance.

The minimum values of let-through energy I^2t and peak current I_p , based on an electrical angle of 45°, are given in Table 24.

These values shall not be higher than 1,1 times the values given in Table 24.

Table 24 – Minimum values of I^2t and I_p

I_{nc} A		I_n A								
		≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 125
500	I_p (kA)	0,45	0,47	0,5	0,57					
	I^2t (kA ² s)	0,4	0,45	0,53	0,68					
1 000	I_p (kA)	0,65	0,75	0,9	1,18					
	I^2t (kA ² s)	0,50	0,9	1,5	2,7					
1 500	I_p (kA)	1,02	1,1	1,25	1,5	1,9	2,1			
	I^2t (kA ² s)	1	1,5	2,4	4,1	9,75	22			
3 000	I_p (kA)	1,1	1,2	1,4	1,85	2,35	3,3	3,5	3,8	3,95
	I^2t (kA ² s)	1,2	1,8	2,7	4,5	8,7	22,5	26	42	72,5
4 500	I_p (kA)	1,15	1,3	1,5	2,05	2,7	3,9	4,3	4,8	5,6
	I^2t (kA ² s)	1,45	2,1	3,1	5,0	9,7	28	31	45	82,0
6 000	I_p (kA)	1,3	1,4	1,7	2,3	3	4,05	4,7	5,3	5,8
	I^2t (kA ² s)	1,6	2,4	3,7	6,0	11,5	25	31	48	65,0
10 000	I_p (kA)	1,45	1,8	2,2	2,6	3,4	4,3	5,1	6	6,4
	I^2t (kA ² s)	1,9	2,7	4	6,5	12	24	31	48	60,0
NOTE Higher values of I^2t and I_p can be used.										

For intermediate values of short-circuit test currents the next higher short-circuit current shall apply.

The verification of the minimum I^2t and I_p values is not needed if the manufacturer has stated for the SSE values higher than the minimum ones in which case the stated values shall be verified.

For coordination with circuit-breakers, tests with this combination are necessary.

All the conductive parts of the SSE normally earthed in service, including the metal support on which the SSE is mounted or any metal enclosure, shall be connected to the neutral point of the supply or to a substantially non-inductive artificial neutral permitting a prospective fault current of at least 100 A.

This connection shall include a copper wire F of 0,1 mm diameter and not less than 50 mm in length for the detection of the fault current and, if necessary, a resistor R_2 limiting the value of the prospective fault current to about 100 A.

The voltage sensors are connected:

- across the terminals of the pole, for single-pole SSE;
- across the supply terminals, for multipole SSE.

Unless otherwise stated in the test report, the resistance of the measuring circuits shall be at least 100 Ω per volt of the power frequency recovery voltage.

9.15.2.2 Tolerances on test quantities

The tests are considered as valid if the tolerances on currents, voltages (including recovery voltages), power factor and frequency are in line with those reported in 9.1.

9.15.2.3 Power factor of the test circuit

The power factor of each phase of the test circuit shall be determined according to a recognized method which shall be stated in the test report.

The power factor of a polyphase circuit is considered as the mean value of the power factor of each phase.

The power factor shall be in accordance with Table 25.

Table 25 – Power factors for short-circuit tests

Short-circuit current A	Power factor
$I_C \leq 500$	0,95 to 1,00
$500 < I_C \leq 1\,500$	0,93 to 0,98
$1\,500 < I_C \leq 3\,000$	0,85 to 0,90
$3\,000 < I_C \leq 4\,500$	0,75 to 0,80
$4\,500 < I_C \leq 6\,000$	0,65 to 0,70
$6\,000 < I_C \leq 10\,000$	0,45 to 0,50
$10\,000 < I_C \leq 25\,000$	0,20 to 0,25

9.15.2.4 Power frequency recovery voltage

The value of the power frequency recovery voltage shall be equal to a value corresponding to 105 % of the rated voltage of the SSE under test.

After each arc extinction, the power-frequency recovery voltage shall be maintained for not less than 0,1 s.

9.15.2.5 Calibration of the test circuit

The SSE and the SCPD, if any, are replaced by temporary connections G_1 having a negligible impedance compared with that of the test circuit.

For the test of 9.15.3.2, the load terminals of the SSE being short-circuited by means of the connections G_2 of negligible impedance, the impedance Z is adjusted in order to obtain, at the test voltage, a current equal to the rated conditional short-circuit current at the specified power-factor; the test circuit is energized simultaneously in all poles and the current curve is recorded with the current sensor.

For the tests of 9.15.3.3, the additional impedance Z_1 is used, to obtain the required test current values.

9.15.2.6 Sequence of operations

The test procedure consists of a sequence of operations.

The following symbols are used for defining the sequence of operations:

- O represents an opening operation, the short-circuit being established by the making switch T, with the SSE and the SCPD, if any, in the closed position;
- CO represents a closing operation of the SSE, both the making switch T and the SCPD, if any, being in the closed position, followed by an automatic opening by the SCPD;
- t represents the time interval between two successive short-circuit operations which shall be 3 min or such longer time as may be required for resetting or renewing the SCPD, if any.

9.15.3 Tests of coordination between the SSE and the SCPDs

9.15.3.1 General

These tests are intended to verify that the SSE, protected by the SCPD, can withstand, without damage, short-circuit currents up to its rated conditional short-circuit current.

The SCPD is renewed or reset as applicable after each operation.

The following tests are carried out under the general test conditions of 9.15.1:

- a test (see 9.15.3.2) to check that at the rated conditional short-circuit current I_{nc} the SCPD protects the SSE;
- a test (see 9.15.3.3) to check that at short-circuit currents of a value corresponding to the instantaneous tripping of the SCPD, T operates and protects the SSE.

For the breaking operations, the making switch T is synchronized with respect to the voltage wave so that the point of initiation of one pole is $45^\circ \pm 5^\circ$. The same pole shall be used as reference for the synchronization of the different samples.

9.15.3.2 Verification of the coordination at the rated conditional short-circuit current (I_{nc})

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the SSE and by the SCPD.

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO

9.15.3.3 Verification at the instantaneous tripping of the SCPD

The manufacturer shall declare the SCPD type.

This test is performed at the instantaneous tripping level of the SCPD. The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the SSE and by the SCPD.

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

9.15.3.4 Condition of the SSE during and after tests

During tests, the SSE shall not endanger the operator. In addition, emission of flames or burning particles shall not occur.

Furthermore, there shall be no permanent arcing, no flashover between poles or between poles and exposed conductive parts, no melting of the fuse F and, if applicable, of the fuse F'. See Annex E.

After each of the tests, the SSE shall show no damage impairing its further use; in addition, accessible metal parts shall not be live. It is not necessary for the SSE to remain in operating condition after the tests.

The polyethylene sheet shall show no holes visible with normal or corrected vision without additional magnification.

9.16 EMC tests

9.16.1 General

Unless otherwise stated, the tests are performed at the rated voltage with no load.

For NC-SSE classified according to 4.2 b), the tests of 9.16.2 and 9.16.3 are applicable.

For C-SSE classified according to 4.2 a), tests according 9.16.2 and 9.16.3 are applicable to the control unit only. However, the equipment under test (EUT) shall contain, for purposes of functional operation tests, at least one sensor (or sensing unit) and one switching unit, wired as in normal use, according to manufacturer documentation. If the control unit may be combined with several sensors and switching units, the most severe configuration shall be used for the tests.

9.16.2 Electromagnetic emission

Emission tests are required only for SSE containing a continuously operating oscillator. The requirements of CISPR 14-1:2020 apply.

NOTE SSE other than that containing a continuously operating oscillator does not usually generate continuous or transient disturbances except during its switching process. The frequency, the level and the consequences of such emissions are considered as part of the normal electromagnetic environment of low voltage installations.

9.16.3 Electromagnetic immunity

9.16.3.1 General

The test and performance criteria are performed according to Table 26 and 9.16.3.2.

Table 26 – Immunity tests (overview)

EMC phenomena	Reference EMC standard	Test subclause	Performance criteria
Voltage dips	IEC 61000-4-11	9.16.3.3	B
Short interruptions	IEC 61000-4-11	9.16.3.3	C
Surges	IEC 61000-4-5	9.16.3.4	B
Fast transients (burst)	IEC 61000-4-4	9.16.3.5	B
Electrostatic discharge	IEC 61000-4-2	9.16.3.6	B
Radiated radio-frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	9.16.3.7	A
Conducted disturbances, induced by radio frequency fields	IEC 61000-4-6	9.16.3.8	A
Power frequency magnetic field ^a	IEC 61000-4-8	9.16.3.9	A

9.16.3.2 Performance criteria

The performance criteria of Table 27 required for electromagnetic immunity tests are based on performance criteria of the generic standard IEC 61000-6-1 and specified for SSE.

Table 27 – Performance criteria

Performance criteria	Requirement
A	During the test, the SSE shall continue to operate as intended. The contacts of the switching devices shall not change their position (position I, position II, position OFF, as relevant), and the status indicator, if any shall not be affected. In addition, during this test: – A-SSE shall operate according to 9.11.3.2; – R-SSE shall operate according to 9.11.2.1.2.
B	During the test, the SSE shall continue to operate as intended. The contacts of the switching devices shall not change their position (position I, position II, position OFF, as relevant), and status indicators, if any, may alter. After the tests: – the status indicator, if any, indicates the correct status; – A-SSE shall operate according to 9.11.3.2; – R-SSE shall operate according to 9.11.2.1.2.
C	During the test, the contacts of the switching devices may change their position. However, it shall not be possible that the SSE switches from OFF position to ON-position, if applicable. Status indicators, if any, are disregarded during these tests. After the tests: – A-SSE shall operate according to 9.11.3.2; – R-SSE shall operate according to 9.11.2.1.2.

9.16.3.3 Voltage dips and short interruptions tests

The EUT shall be tested according to IEC 61000-4-11, on the power supply lines of the device under test, and in accordance with Table 28 (voltage dips) and Table 29 (voltage interruptions).

For voltage dips, abrupt changes in supply voltage shall occur at zero crossings of the voltage, and at 45°, 90°, 135°, one angle tested selected at random on each phase.

Table 28 – Voltage dip test values

Test level % <i>UT</i>	Voltage dips % <i>UT</i>	Duration (number of cycles at rated frequency)
70	30	25/30 at 50/60Hz
0	100	1

For short interruptions, the angle shall be 0° for one of the phases.

Table 29 – Short-interruption test values

Test level % <i>UT</i>	Voltage interruptions % <i>UT</i>	Duration (number of cycles at rated frequency)
0	100	250/300 at 50/60Hz

9.16.3.4 Surge tests

The EUT shall be tested for resistance to unidirectional surges caused by overvoltages from switching and lightning transients.

During the tests, the EUT is not operated.

The tests are performed according to IEC 61000-4-5 by applying five positive and five negative surges at each of the following angles 0°, 90°, 180° and 270°, at a repetition rate of (60 ± 5) s with an open-circuit test voltage according to Table 30.

If the EUT has a metallic mounting surface when mounted as in normal use, the tests are repeated between line and earth with a test voltage according to Table 30.

Table 30 – Surge test voltages

Conductors/Terminals	Coupling	Test voltage kV
Mains	Line to line	1
	Line to earth	2

9.16.3.5 Fast transient/burst tests

The EUT shall be tested for resistance to repetitive fast transients/bursts on supply and control terminations. The tests are performed according to IEC 61000-4-4.

During the test, the EUT is not operated.

The levels of the repetitive fast transients consisting of bursts coupled into the supply and control terminals/terminations of the EUT are specified in Table 31.

Table 31 – Fast transient test values

Open circuit test voltage ± 10 %		
Level	Supply terminals/terminations kV	Control terminals/terminations kV
2	± 1	$\pm 0,5$

The repetition rate is 5 kHz.

The duration of the test shall be 60 s ($^{+5}_0$ s), but not less than the time necessary for the specimen to respond for each positive and negative polarity.

9.16.3.6 Electrostatic discharge tests

The EUT shall withstand electrostatic contact and air discharges. The tests are performed according to IEC 61000-4-2 by applying 10 positive and 10 negative discharges in the following manner:

- contact discharge to the conductive surfaces and to coupling planes;
- air discharge at insulating surfaces, if applicable.

During the test, the EUT is not operated.

The point to which discharges shall be applied is selected by an exploration of the accessible surfaces of the EUT, when installed as for normal use. During exploration, the selection is made with twenty discharges per second.

The following levels apply:

- test voltage of contact discharge: 4 kV;
- test voltage of air discharge: 8 kV.

9.16.3.7 Radiated radio-frequency electromagnetic field tests

The EUT shall withstand the radiated electromagnetic field test. The tests are performed according to IEC 61000-4-3 with the specific following test conditions:

- 80 MHz to 1 000 MHz at 3 V/m;
- 1,4 GHz to 6 GHz at 3 V/m;
- 80 % AM (1 kHz).

Verification that the EUT continues to operate as intended, according to performance criteria A, shall be done by sweeping the specified frequency range.

For the verifications of correct operation according to performance criteria A for A-SSE and R-SSE, the tests shall be performed at five fixed values of frequencies for each EUT. The frequencies shall be selected from the following frequencies: 450 MHz, 900 MHz, 1,7 GHz, 2,1 GHz, 2,4 GHz, 3,4 GHz, 5,7 GHz, making sure that all seven frequencies are covered by the three EUTs.

9.16.3.8 Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields tests

The EUT shall withstand the radio-frequency voltage test. The tests are performed according to IEC 61000-4-6 with the specific following test conditions:

- 0,15 MHz to 80 MHz;
- $Z = 150 \Omega$;
- 3 V;
- 80 % AM (1 kHz).

Verification that the SSE continues to operate as intended, according to performance criteria A, shall be done by sweeping the specified frequency range.

For the verifications of correct operation according to performance criteria A for A-SSE and R-SSE, the tests shall be performed at the following fixed values of frequencies for each EUT: 0,15 MHz, 6,78 MHz, 13,56 MHz, 27,12 MHz and 80 MHz.

9.16.3.9 Power-frequency magnetic field tests

Tests of IEC 61000-4-8 are covered by the tests of 9.15 of this document.

9.17 Tests under abnormal conditions

9.17.1 General

These tests apply to:

- NC-SSE classified according to 4.2 b);
- the control unit for C-SSE classified according to 4.2 a).

For NC-SSE with two switching units, only one switch unit may be tested if the switching units have the same design with the same ratings. If this is not the case, each unit is tested in turn.

During the tests, the temperature rises shall not exceed the values given in Table 32.

Table 32 – Permissible temperature rise values

Parts of the SSE		Permissible temperature rise K
External parts		
Metal parts	Knobs, handles, sensing surfaces, etc.	75
	Enclosure	75
Non-metallic parts	Knobs, handles, sensing surfaces, etc. ^b	75
	Enclosure ^a	75
Inside of enclosures of insulating material		b
Windings ^c		
Class A		115
Class E		130
Class B		140
Class F		155
Class H		175
Class 200		195
Class 220		215
Class 250		245
Core laminations		As for relevant windings
Supply cable and wiring:		
Insulated with ordinary polyvinyl chloride ^g		
– not under mechanical stress		110
– under mechanical stress		110
Insulated with natural rubber		110
Other insulations ^{c, f} except thermoplastic		
Non-impregnated paper		80
Non-impregnated cardboard		90
Impregnated cotton, silk, paper and textile, urea resins		100
Laminates bonded with phenol-formaldehyde resins, phenol-formaldehyde mouldings with cellulose fillers		120
Phenol-formaldehyde mouldings with mineral fillers		140
Laminates bonded with epoxy resins		160
Natural rubber		110
Thermoplastic materials ^d		e
Terminals and parts which may come into contact with cable insulation when installed		110
The values of the temperature rises are based on an ambient temperature of 25 °C. ^a If these temperature rises are higher than those allowed by the class of the relevant insulating material, the nature of the material is the governing factor. ^b The permissible temperature rises for the inside of enclosures of insulating material are those indicated for the relevant materials. ^c For this document, the permissible temperature rises are based on the recommendations in IEC 60085. The materials quoted above in this table are shown as examples only. If materials other than those listed in IEC 60085 are used, the maximum temperatures shall not exceed those which have been proved to be satisfactory. ^d Natural and synthetic rubbers are not considered as being thermoplastic materials. ^e Owing to their wide variety, it is not possible to specify permissible temperature rises for thermoplastic materials. While the matter is under consideration, the following method shall be used: a) The softening temperature of the material is determined on a separate specimen, under the conditions specified in ISO 306, modified as follows: – the depth of penetration is 0,1 mm; – the total thrust of 10 N is applied before the dial gauge is set to zero or its initial reading noted. b) The temperature limits to be considered for determining the temperature rises are: – under normal operating conditions, a temperature of 10 °C lower than the softening temperature as obtained under a); – under fault conditions, the softening temperature itself. ^f This table does not apply to components which comply with relevant IEC International Standards. ^g The possibility of raising the values for wires and cables insulated with heat-resistant polyvinyl chloride is under consideration.		

After the tests, specimens shall show no visual damage which may endanger the user.

Unless otherwise specified, tests are made on SSE while they are mounted, connected and loaded as specified in 9.9, i.e.:

- the voltage is set according to 9.9;
- controls shall be energized at 1,1 times the rated voltage with its rated current;
- controls may be set to avoid switching.

Each of the fault conditions is applied in turn and in the order which is the most convenient for testing.

NOTE 1 For these tests, a specially prepared specimen can be necessary.

NOTE 2 Other faults can occur during the test, which are a direct consequence of the test procedure (abnormal conditions applied).

9.17.2 Tests under fault conditions

The following fault conditions shall be simulated:

- short circuit across creepage distances and clearances, other than those complying with the requirements in 8.2.4, if they are less than the values given in Figure 28;
- short circuit across insulating coating consisting, for example, of lacquer or enamel.

Such coatings are ignored in assessing the creepage distances and clearances.

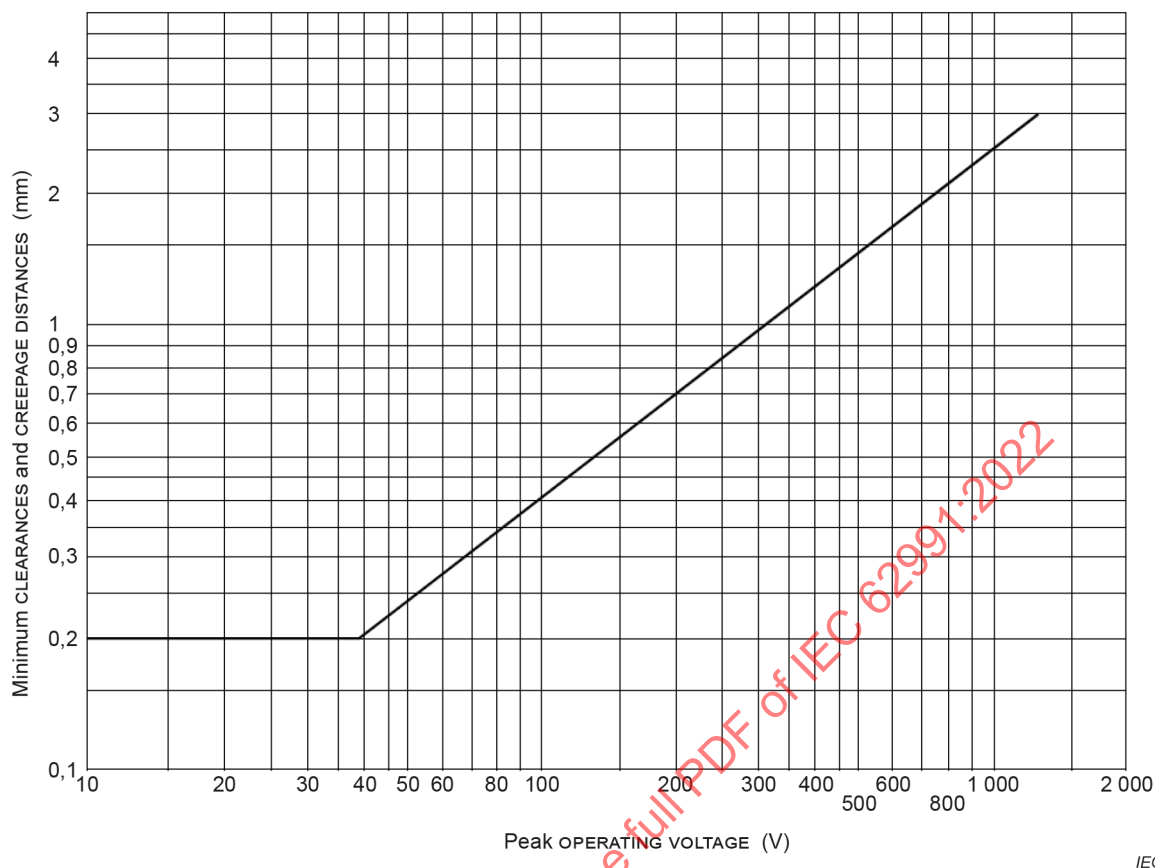
If enamel forms the insulation of a conductor and withstands the voltage test specified for grade 2 in Clause 13 of IEC 60317-0-1:2013, it is considered as contributing 1 mm to those creepage distances and clearances.

NOTE 1 The change of grade 2 is under consideration.

- short circuit or interruption of semiconductor devices;

NOTE 2 Semiconductors (for example, microcontrollers, integrated circuits, etc.) used in the control circuit of the SSE are only short-circuited and interrupted at the supply pins.

- short circuit of electrolytic capacitors;
- short circuit or interruption of capacitors or resistors which do not comply with the requirements of 8.14;
- short circuit of the terminals on the load side.



Key

The curve is defined by the formula:

$$\log d = 0,78 \log (U/300)$$

with a minimum of 0,2 mm, and

d is the distance;

U is the peak voltage (V).

Figure 28 – Minimum clearances and creepage distances on printed boards

If a fault condition simulated during the test influences other fault conditions, all these fault conditions are applied simultaneously.

If the temperature of the SSE is limited by the operation of automatic protective devices (including fuses), the temperature is measured 2 min after the operation of the device.

If no temperature-limiting device operates, the temperature is measured after a steady state has been reached or after 4 h, whichever is the shorter time.

If the temperature is limited by a fuse, in case of doubt, the following additional test is carried out: the fuse is short-circuited and the current under the relevant fault conditions is measured.

The SSE is then switched ON for a duration corresponding to the maximum fusing time of the type of fuse as specified in the relevant IEC standard for miniature fuses according to IEC 60127-1 corresponding to the current measured above. The temperature is measured 2 min after the end of the period.

9.17.3 Overload tests

The following overload tests are carried out, where applicable.

The tripping current of the protective devices (e.g. fuses, automatic protective devices, etc.) to be used for the verification of SSE without incorporated temperature-limiting devices and without incorporated fuses shall be in relation with the rated current of protective device, specified by the manufacturer, intended to protect the SSE.

SSE without incorporated temperature-limiting devices and without incorporated fuses are loaded for 1 h with the conventional tripping current for the fuse which, in the installation, will protect the SSE.

SSE protected by automatic protective devices (including fuses) are loaded in such a way that the current through the SSE is 0,95 times the current with which the protecting device releases after 1 h.

The temperature rise is measured after thermal stability is reached or after 4 h, whichever is the shorter time. Thermal stability means the temperature rise does not increase by more than 1 K/hour.

SSE protected by incorporated fuses complying with a relevant IEC publication for miniature fuses according to IEC 60127-1 shall have those fuses replaced by links of negligible impedance and shall be loaded in such a manner that the current through the links shall be 2,1 times the rated current of the fuse.

The temperature rise is measured after the SSE has been loaded for 30 min.

SSE protected both by enclosed fuses and by automatic protective devices is loaded either as described above in this Subclause 9.17.3 with incorporated fuses or with another automatic protective device, choosing the test requiring the lower load.

SSE protected by automatic protective devices which will short-circuit only in case of overload shall be tested both as SSE with automatic protective devices and as SSE without automatic protective devices.

If any of the tests specified in the above paragraphs of this Subclause 9.17.3 turn OFF the SSE before the temperature has been in steady state, the following additional test shall be performed on a new set of specimens:

- the SSE shall be loaded to 1,1 times the rated current;
- the current is then increased by 10 % and then the temperature is allowed to stabilize. This is repeated until the conventional tripping current of the protective device is reached or the SSE is destroyed (no longer functioning properly or safety is impaired within the meaning of this document).

9.18 Tests of components

Compliance of resistors in accordance with 8.14.4 is checked by test a) or test b) of this Subclause 9.18, depending on the type of the connection of the resistor as specified in test a) or test b), and carried out on a sample of 10 specimens.

The resistors shall be positioned inside the enclosure of the apparatus.

Before the test, the resistance of each sample is measured, and the sample is then subjected to the damp heat test according to IEC 60068-2-78 with the following severity parameters:

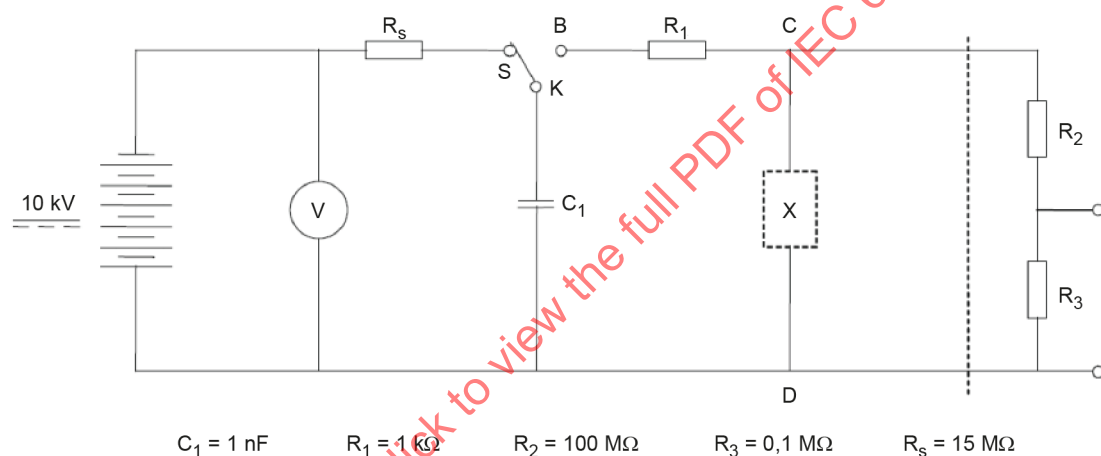
- temperature: $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- humidity: $(93 \pm 3) \% \text{ RH}$;
- test duration: 21 days.

- Test a)

For resistors bridging contact gaps of the switching units, the 10 specimens are each subjected to 50 discharges at a maximum rate of 12/min, from a 1 nF capacitor charged to 10 kV in a test circuit as shown in Figure 29.

After this test, the value of resistance shall not differ more than 20 % from the value measured before the damp heat test.

No failure is allowed.



IEC

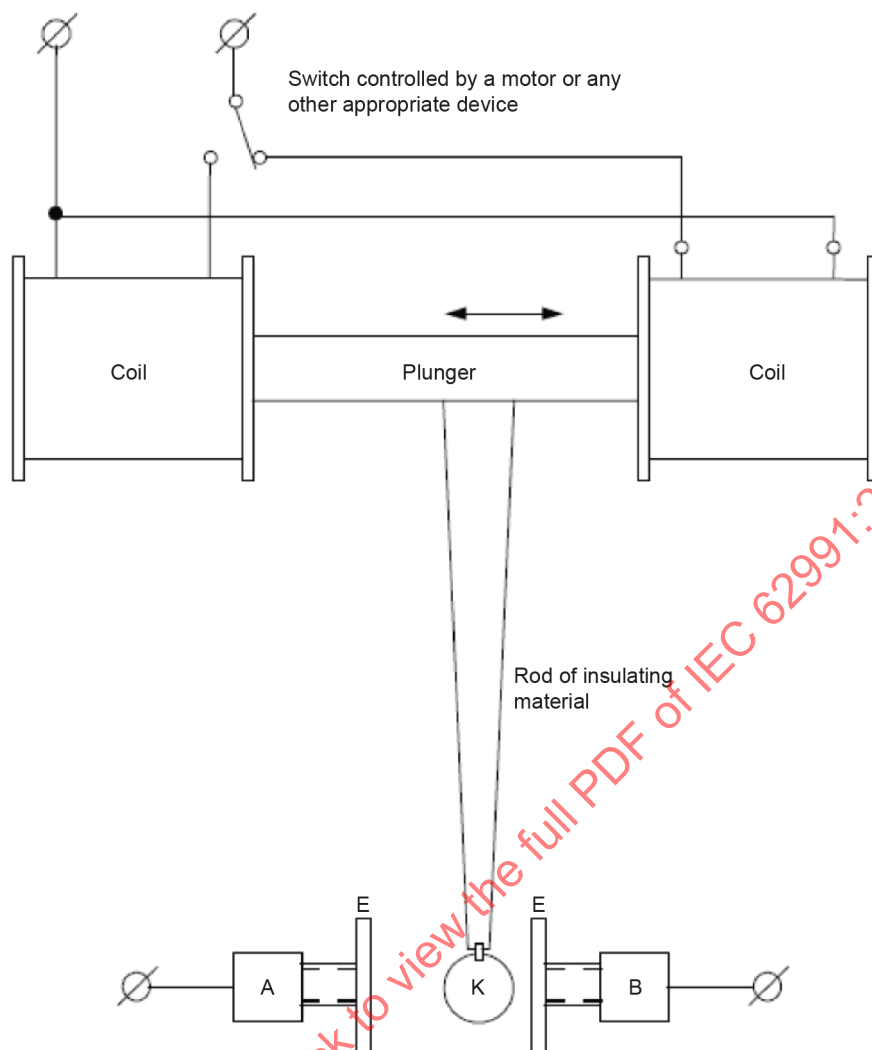
Key

- | | |
|------|-------------------------|
| A, B | brass pillars |
| C, D | terminals |
| K | brass sphere (see text) |
| Q | switch |
| X | component under test |

Figure 29 – Surge test – Test circuit

The switch S is a critical part of the circuit. It shall be so designed that as little as possible of the available energy is dissipated in arcing or inadequate insulation.

An example of such a switch is given in Figure 30.



IEC

Key

A, B	brass pillars
K	brass sphere (see text)
E	electrodes
X	component under test

Figure 30 – Surge test – Example of a switch to be used in the test circuit

The component X under test is connected to the terminals C and D. Optionally the voltage divider R2, R3 may be provided so that an oscilloscope connected across R3 permits the observation of the voltage waveform across the component under test. This voltage divider is compensated so that the observed waveform corresponds with that across the component under test.

The switch (S in Figure 29) comprises the following parts:

- the brass pillars A and B support circular electrodes E spaced at a distance of 15 mm;
- K is a brass sphere of 7 mm diameter and is supported on a rigid rod of insulating material approximately 150 mm long.

A, B and K are connected as shown in Figure 29, K by means of a flexible wire. Care shall be taken to avoid bouncing of sphere K.

- Test b)

For other resistors, the 10 specimens are each subjected to a voltage of such a value that the current through it is 1,5 times the value measured through a resistor, having a resistance equal to the specified rated value, which is fitted to the apparatus, when operated under fault conditions. During the test the voltage is kept constant.

The value of resistance is measured when steady state is attained and shall not differ more than 20 % from the value measured before the damp heat test.

No failure is allowed.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62991:2022

Annex A (informative)

Examples of possible use of SSE

A.1 General concept of prosumer's low-voltage electrical installation

As presented in the Introduction and the Scope of this document, SSE is intended to be used in household and similar uses to deliver the electrical energy to current-using equipment:

- for energy efficiency purposes from the grid and/or from local production and/or storage;
- but also for backup supply.

SSE are intended to select and/or combine power sources (grid, local power source, storage units) within an electrical energy management system (EEMS) to allow electric installations to operate in:

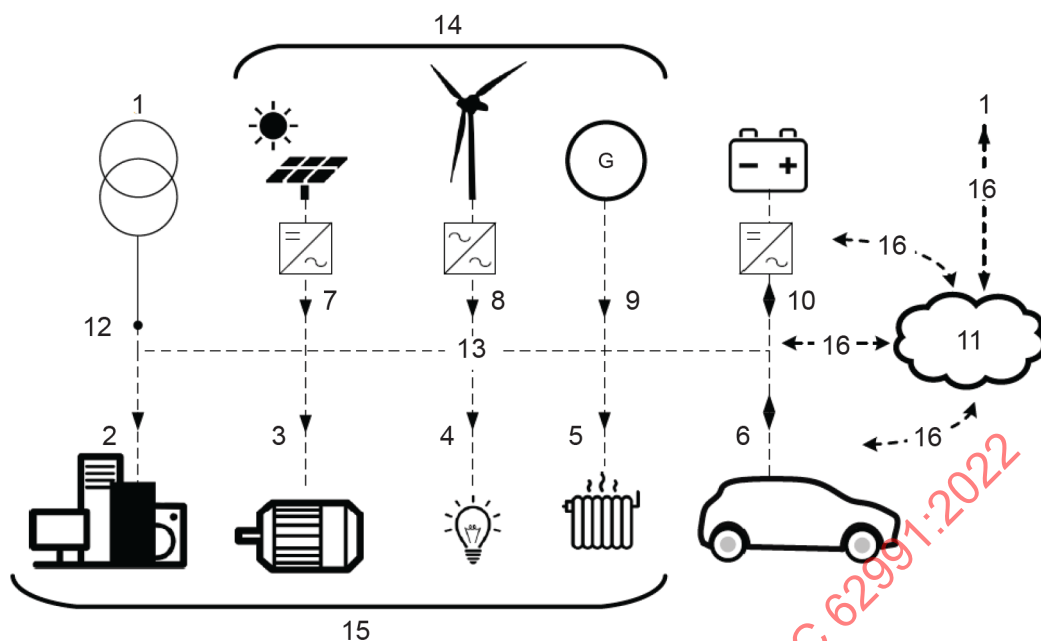
- direct feeding mode: corresponding to the normal supply from the grid;
- autonomous mode: supplying of loads from local source and storage units, disconnected from the grid;
- reverse feeding mode: supplying of the grid from local storage in addition to supplying current-using-equipment of the installation;
- backup mode: grid shutdown.

SSE is primarily to be used in PEI as defined in IEC 60364-8-82:2022. According to IEC 60364-8-82:2022, PEI are considered as a set of electrical equipment having the following functions:

- supply (e.g. connection to public power supply, local generator, photovoltaic systems, wind turbines, batteries);
- distribution (e.g. distribution panel, wiring systems);
- consumption (e.g. motors, heating systems, lighting, lifts);
- energy management (e.g. load shedding equipment, monitoring device).

NOTE 1 A battery within the electric installation or from an electric vehicle can be considered as a generator and as a load.

An example of a PEI described Figure 1 of IEC 60364-8-82:2022 is reproduced as Figure A.1.



IEC

Key

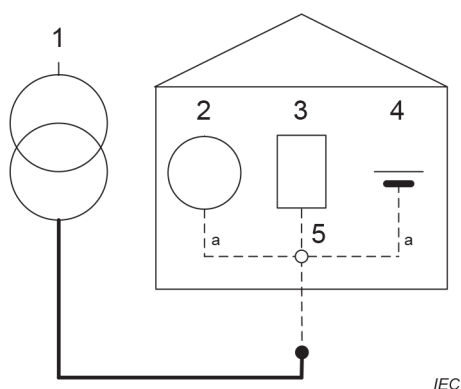
- | | |
|--|---------------------------|
| 1 Public network | 9 Other generators |
| 2 Home appliances and electronic devices | 10 Electric storage |
| 3 Motors | 11 EEMS |
| 4 Lightings | 12 Origin of installation |
| 5 Heaters | 13 Local distribution |
| 6 Electric vehicle | 14 Local generation |
| 7 Solar inverter | 15 Local consumption |
| 8 Wind inverter | 16 Management signals |

SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, Figure 1

Figure A.1 – Example of PEI

SSE will be typically used at location number 5 in individual PEIs (see Figure A.2) and in collective PEIs (see Figure A.3).

NOTE 2 For more examples, see IEC 60364-8-82:2022.

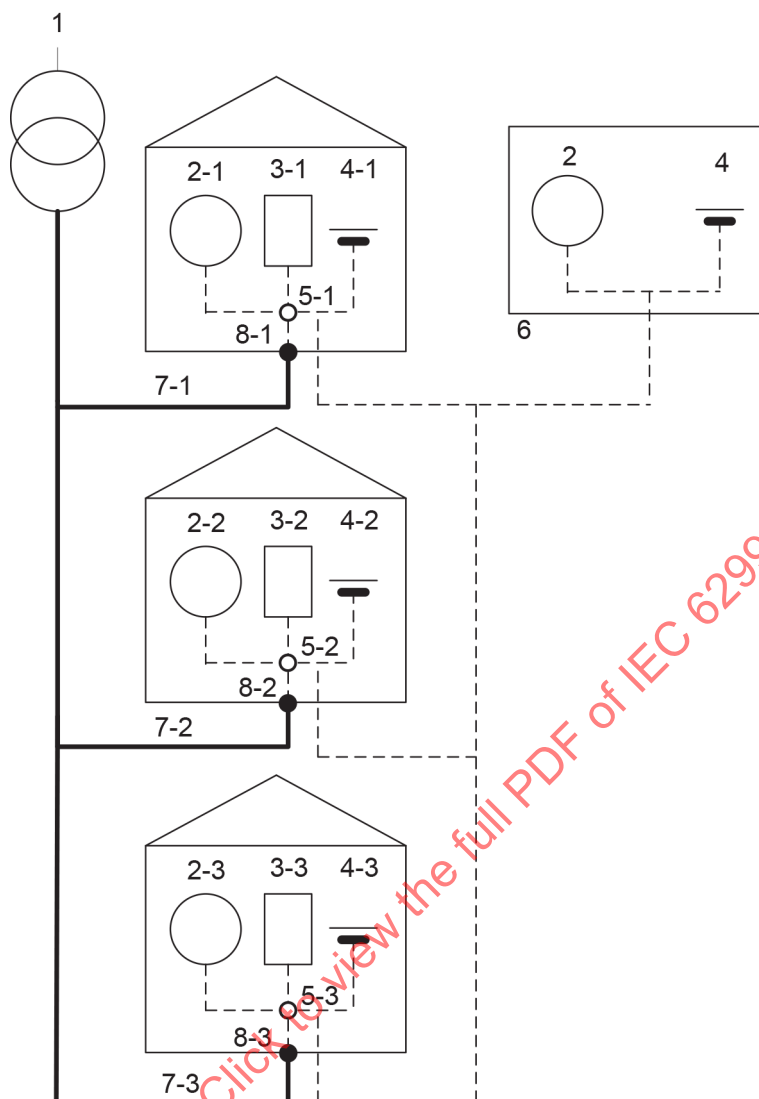
**Key**

- 1 distribution network
- 2 power supplies
- 3 loads
- 4 storage units
- 5 SSE

^a Local power supply or storage unit shall at least be present for the installation to be a PEI

SOURCE: based on IEC 60364-8-82:2022, Figure C.1

Figure A.2 – Example of an individual PEI



IEC

Key

- 1 distribution network
- 2 power supplies (2-X: Power supply from prosumer X)
- 3 loads (3-X: loads from PEI prosumer X)
- 4 storage units (4-X: Storage unit from prosumer X)
- 5 SSE (5-X: SSE from prosumer X)
- 6 producer
- 7 prosumers (7-X: Prosumer X)
- 8 POC (POC: Points of connection; 8-X POC from prosumer X)

SOURCE: based on IEC 60364-8-82:2022, Figure C.9

Figure A.3 – Example of a shared PEI with a distribution system within the PEI in parallel to the DSO distribution system

A.2 Examples of SSE use

Figure A.4 to Figure A.7 show examples of typical use of SSE.

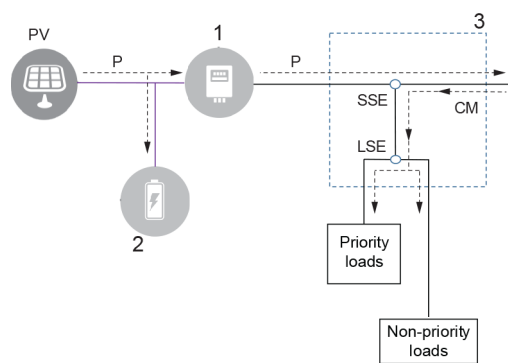


Figure A.4a – Connected mode

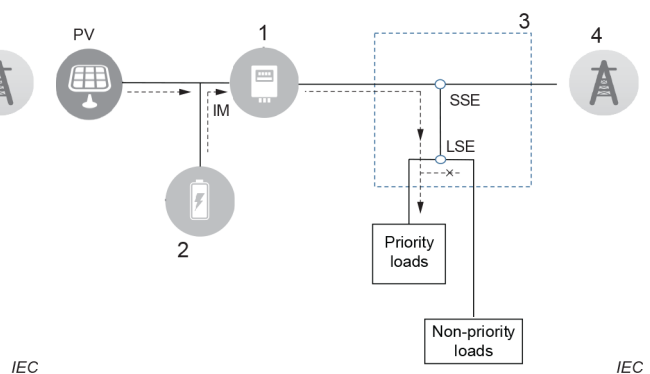
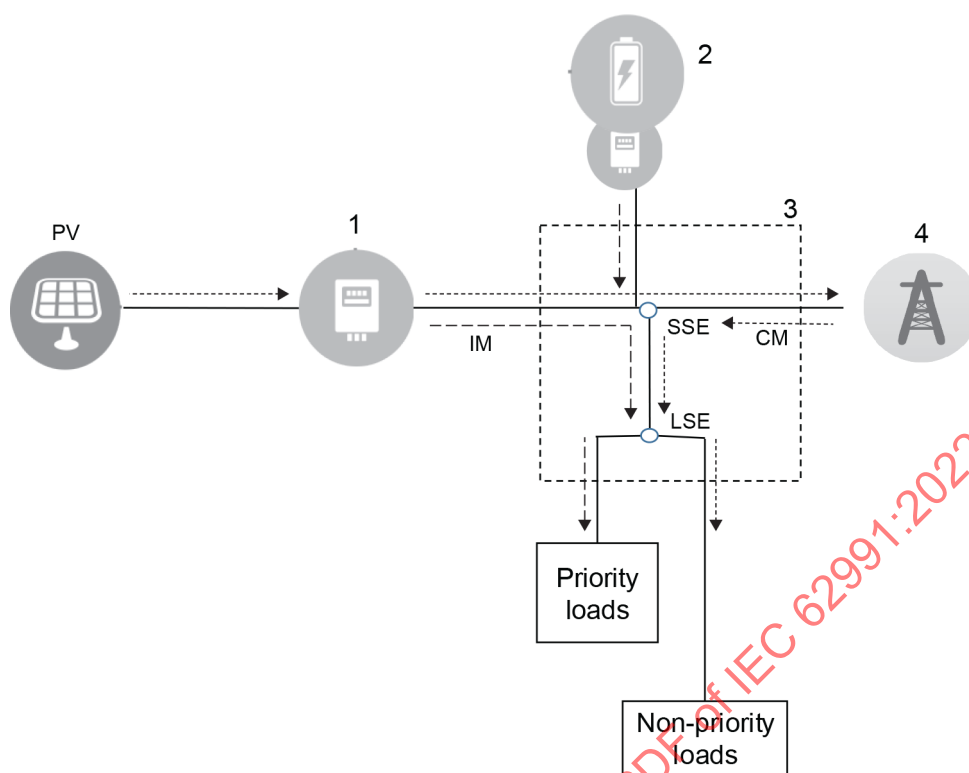


Figure A.4b – Island mode

Key

- PV photovoltaic panels (P: PV production)
- SSE source switching equipment
- LSE load shedding equipment
- CM load consumption and storage in connected mode
- IM load consumption in island/backup mode
- 1 PV inverter
- 2 storage
- 3 distribution board
- 4 distribution network

Figure A.4 – Example of SSE use in an individual PEI with PV production and storage on the DC side

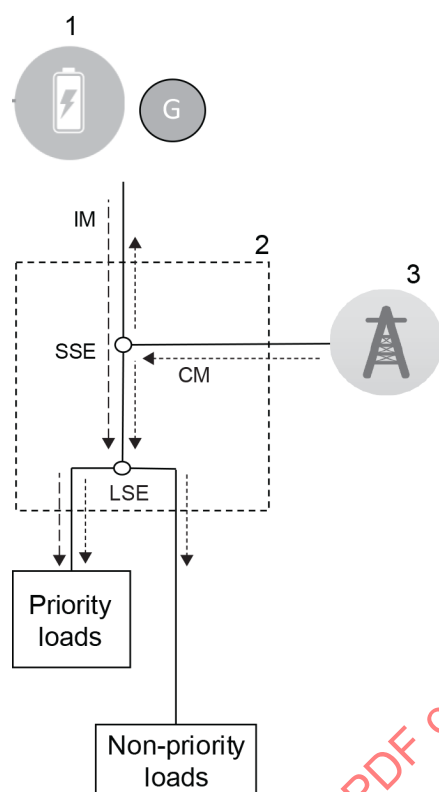


IEC

Key

- PV photovoltaic panels
- SSE source switching equipment
- LSE load shedding equipment
- CM load consumption and storage in connected mode
- IM load consumption in island/backup mode
- 1 PV inverter
- 2 storage
- 3 distribution board
- 4 distribution network

Figure A.5 – Example of SSE use in an individual PEI with PV production and storage on the AC side



IEC

Key

SSE source switching equipment

LSE load shedding equipment

CM load consumption and storage in connected mode

IM load consumption in island/backup mode

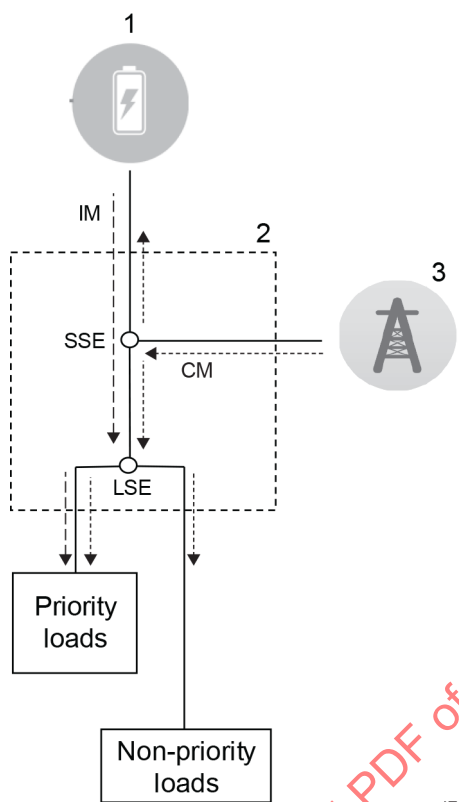
G generating set

1 storage

2 distribution board

3 distribution network

Figure A.6 – Example of SSE use for power backup with storage or a generating set



IEC

Key

- SSE source switching equipment
- LSE load shedding equipment
- CM load consumption and storage in connected mode
- IM load consumption in island/backup mode
- 1 storage
- 2 distribution board
- 3 distribution network

Figure A.7 – Example of SSE use for power backup with storage only

Annex B (informative)

Correspondence between ISO and AWG copper conductors

Table B.1 shows the correspondence between ISO and AWG cross sections for copper conductors.

Table B.1 – Correspondence between ISO and AWG copper conductors

ISO size mm ²	AWG	
	Size	Cross-section mm ²
1,0	18	0,82
1,5	16	1,3
2,5	14	2,1
4,0	12	3,3
6,0	10	5,3
10,0	8	8,4
16,0	6	13,3
25,0	3	26,7
35,0	2	33,6
50,0	0	53,5
In general ISO sizes apply.		

Annex C (normative)

Determination of clearances and creepage distances

C.1 General

In determining clearances and creepage distances, it is recommended that the following points be considered.

C.2 Orientation and location of a creepage distance

If necessary, the manufacturer shall indicate the intended orientation of the equipment or component so that creepage distances will not be adversely affected by the accumulation of pollution for which they were not designed.

C.3 Creepage distances where more than one material is used

A creepage distance may be split into several portions of different materials and/or have different pollution degrees if one of the creepage distances is dimensioned to withstand the total voltage or if the total distance is dimensioned according to the material having the lowest CTI.

C.4 Creepage distances split by floating conductive part

A creepage distance may be split into several parts, made with insulation material having the same CTI, including or separated by floating conductors as long as the sum of the distances across each individual part is equal to or greater than the creepage distance required if the floating part did not exist.

The minimum distance X for each individual part of the creepage distance is given in IEC 60664-1:2020, 6.8.

C.5 Measurement of creepage distances and clearances

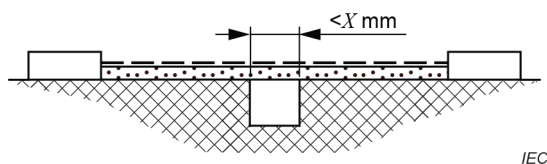
In determining creepage distances according to IEC 60664-1:2020, the dimension X , specified in the following examples, has a minimum value of 1,0 mm for pollution degree 2.

If the associated clearance is less than 3 mm, the minimum dimension X may be reduced to one third of this clearance.

The methods of measuring creepage distances and clearances are indicated in Figure C.1 to Figure C.7. These cases do not differentiate between gaps and grooves or between types of insulation. The following assumptions are made:

- where the distance across a groove is less than the specified width X , the creepage distance is measured directly across the groove and does not take into account the contour of the groove (see Figure C.1);
- where the distance across a groove is equal to or larger than the specified width X , the creepage distance is measured along the contours of the groove (see Figure C.2);
- any recess is assumed to be bridged with an insulating link having a length equal to the specified width X and being placed in the most unfavourable position (see Figure C.3);

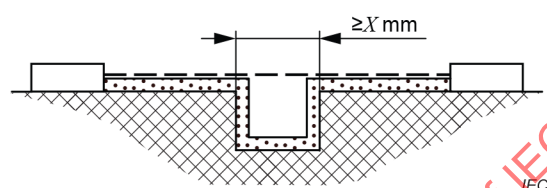
- creepage distances and clearances measured between parts which can assume different positions in relation to each other, are measured when these parts are in their most unfavourable position.



Condition: Path under consideration includes a parallel- or converging-sided groove of any depth with a width less than X mm.

Rule: Creepage distance and clearance are measured directly across the groove as shown.

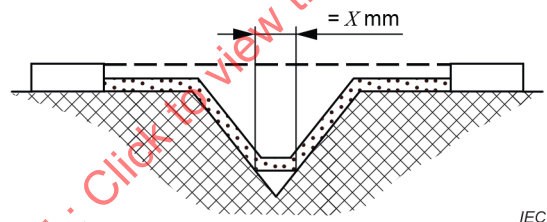
Figure C.1 – Example 1



Condition: Path under consideration includes a parallel-sided groove of any depth and with a width equal to or more than X mm.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove.

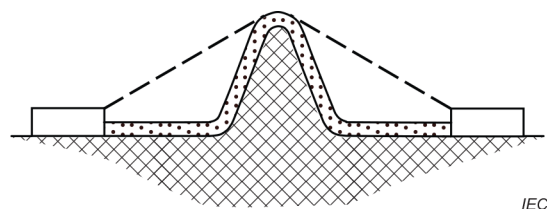
Figure C.2 – Example 2



Condition: Path under consideration includes a V-shaped groove with a width greater than X mm.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove but "short-circuits" the bottom of the groove by X mm link.

Figure C.3 – Example 3

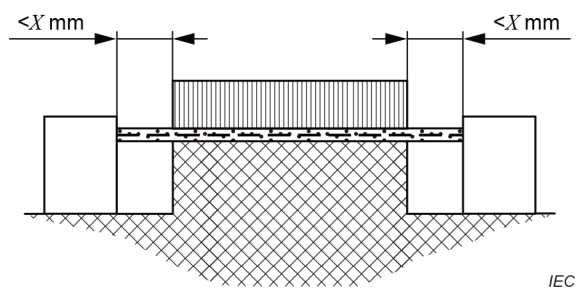


Condition: Path under consideration includes a rib.

Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the rib. Creepage path follows the contour of the rib.

— — — Clearance  Creepage distance

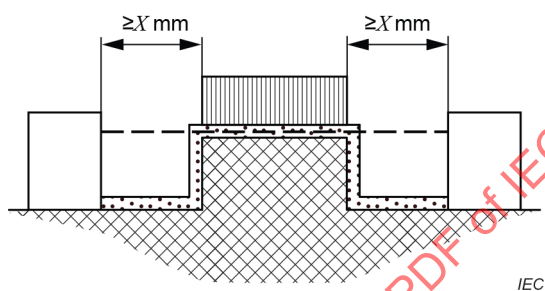
Figure C.4 – Example 4



Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves less than X mm wide on each side.

Rule: Creepage and clearance path is the "line of sight" distance shown.

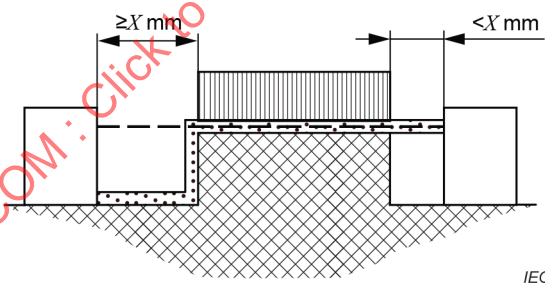
Figure C.5 – Example 5



Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves equal to or more than X mm wide on each side.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the grooves.

Figure C.6 – Example 6



Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with a groove on one side less than X mm wide and the groove on the other side equal to or more than X mm wide.

Rule: Clearance and creepage paths area as shown.

— — — Clearance



Creepage distance

Figure C.7 – Example 7

Annex D (normative)

Test sequences and number of specimens

The specimens are submitted to all the relevant tests and comply with this document if all the requirements of all the relevant tests are met.

For each test sequence, tests shall be carried out in the order of the clauses as stated in Table D.1. The order in which test sequences are carried out may be varied.

A specimen has passed a test sequence if all the requirements of the relevant test clauses are fulfilled. If all required specimens pass a test sequence, the specimens are acceptable for that test sequence. If two or more test samples fail a test sequence, the specimen does not comply with this document.

A set of three samples may be used for more than one test sequence, if agreed by the manufacturer. In this case, if a test sequence is not passed because it may have been influenced by the tests of a previous test sequence which was successfully passed, a new set of specimens shall be used to repeat all the tests on the complete sequence of the failed sequence.

If one specimen does not satisfy a test due to an assembly or a manufacturing fault, that test and any preceding one which may have influenced the results of the test shall be repeated and also the tests which follow shall be carried out in the required sequence on another full set of specimens, all of which shall comply with the requirements.

The applicant may submit, together with the specimens specified in Table D.1, the additional set of specimens which may be required, should one specimen fail. The test laboratory should then, without further request, test additional specimens and will reject them only if a further failure occurs. If the additional set of specimens is not submitted at the same time, the failure of one specimen will result in non-compliance.

If the SSE is an integral part of a product covered by another standard, the requirements of the other standard shall apply to those parts of the product that do not belong to the SSE intrinsic function.

Depending on the type of SSE under test, additional specimens may be needed.

Table D.1 – Test sequences and number of specimens for tests

Test sequence	Clauses/Subclauses		Applicable to NC-SSE ⁱ	Applicable to C-SSE ^a			Number of specimens
				SW-SSE	CB-SSE	CT-SSE	
A	6	Markings	Yes	CU	CU	CU	1 (A)
	8.2.2 9.3	Mechanical strength ^b	Yes	CU	CU	CU	
	8.2.3	Mechanism and operating means	Yes	CU ^c	CU ^c	CU ^c	
	9.2	Indelibility of markings	Yes	CU	CU	CU	
	8.2.4 9.4	Clearances and creepage distances and distances through sealing compound (external parts)	Yes	CU	CU	CU	
	8.2.5 9.5	Screws, current-carrying parts and connections	Yes	CU	CU	CU	
	8.2.6 9.6	Terminals for external copper conductors	Yes	CU	CU	CU	
	8.3 9.7	Protection against electric shock	Yes	CU	CU	CU	
	8.8 9.12	Resistance to heat ^d	Yes	CU	CU	CU	
	8.2.4 9.4	Clearances and creepage distances and distances through sealing compound (internal parts)	Yes	CU	CU	CU	
B	8.9 9.13	Resistance of insulating material to abnormal heat and to fire	Yes	CU	CU	CU	3 (BCD)
	8.10 9.14	Resistance to rusting	Yes	CU	CU	CU	
C	8.4 9.8	Dielectric properties ^e	Yes	CU	CU	CU	3 (EFG)
	8.5 9.9	Temperature-rise ^e	Yes	NA	NA	NA	
	8.6 9.10	Making and breaking capacity	Yes	NA	NA	NA	
D	8.7 9.11	Performances	Yes	C-SSE	C-SSE	C-SSE	3 (HIJ) ⁱ
E	8.11 9.15	Coordination with short-circuit protective devices (SCPDs) ^f	Yes	C-SSE	C-SSE	C-SSE	3 (KLM)
F	8.12 9.16	EMC	Yes	CU	CU	CU	3 (NOP)
G	8.13 9.17	Resistance to abnormal conditions ^g	Yes	CU	CU	CU	3 (QRS)
H	8.14 9.18	Components ^h	Yes	CU	CU	CU	3 (TUV)

^a CU: applies to the control unit and relevant accessories (see also 8.1). C-SSE: applies to the complete C-SSE (with all its units). NA: not applicable.

^b One extra set of specimens is needed for the tests of 9.3.5.2 and 9.3.5.3.

^c Subclause 8.2.3.8 may also apply to the complete C-SSE (with all its units). See also 8.2.3.1.

^d One extra set of specimens may be used for the tests of 9.12.2 and 9.12.3.

^e For 9.8.5 and 9.9, 3 specimens specially prepared by the manufacturer may be used for each test, as relevant.

^f For C-SSE, applies only if conditions of use for coordination with SCPD are different from conditions of use of the switching unit defined in its standard in which case this test applies to the switching unit including its accessories through which the current flows in normal use. See 9.15.

^g Three specimens for overload tests, see 9.17.3. For tests according to 9.17.2, specially prepared additional specimens may be necessary.

^h For details, see 8.14.

ⁱ Functional tests may be conducted on only one specimen if safety is not of concern.

Annex E

(normative)

Arrangement for the detection of the emission of ionized gases during short-circuit tests

The device under test is mounted as shown in Figure E.1 which may require adapting to the specific design of the device, and in accordance with the manufacturer's instructions.

When required (i.e. during "O" operations), a clear polyethylene sheet ($0,05 \pm 0,01$) mm, of a size at least 50 mm larger, in each direction, than the overall dimensions of the front face of the device, but not less than 200 mm × 200 mm, is fixed and reasonably stretched in a frame, placed at 10 mm from:

- either the maximum projection of the operating means of a device without recess for the operating means, or
- the rim of a recess for the operating means of a device with recess for the operating means.

The sheet should have the following physical properties:

- density at 23 °C: $0,92 \text{ g/cm}^3 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$;
- melting point: 110 °C to 120 °C.

When required, a barrier of insulating material, at least 2 mm thick, is placed, as shown in Figure E.1, between the arc vent and the polyethylene foil to prevent damage of the foil due to hot particles emitted from the arc vent.

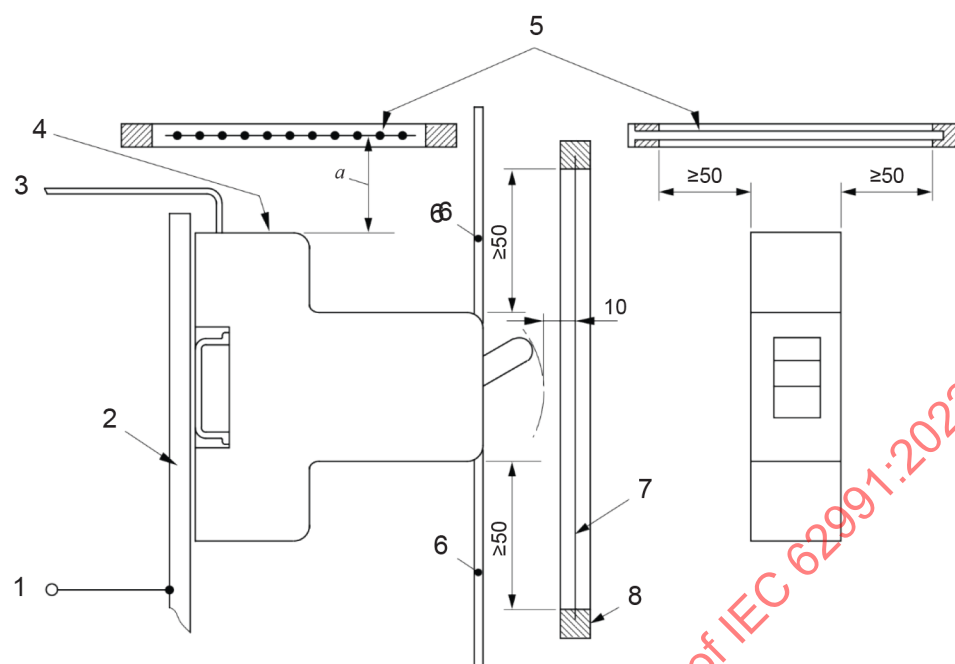
When required, a grid (or grids) according to Figure E.2, is (are) placed at a distance of "a" mm from each arc vent side of the device.

The grid circuit (see Figure E.3) shall be connected to the points B and C (see Figure 26).

The parameters for the grid circuit(s) are as follows:

- resistor R': 1,5 Ω,
- copper wire F': length 50 mm, and diameter.

Dimensions in millimetres



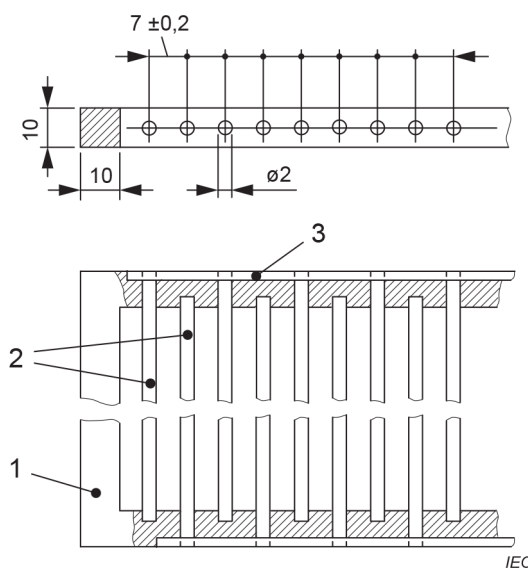
IEC

Key

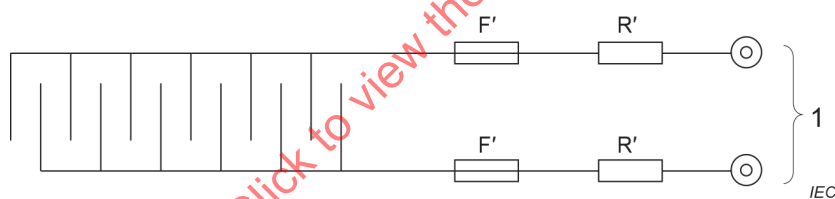
- 1 To the fuse F
- 2 Metal plate
- 3 Cable
- 4 Arc vent
- 5 Grid
- 6 Barrier
- 7 Polyethylene sheet
- 8 Frame

Figure E.1 – Test arrangement

Dimensions in millimetres

**Key**

- 1 Frame of insulating material
- 2 Copper wires
- 3 Metal interconnection of copper wires

Figure E.2 – Grid**Key**

- 1 Connected to points B and C (see Figure 26)

Figure E.3 – Grid circuit

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-195:2021, *International electrotechnical vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-442:1998, *International electrotechnical vocabulary (IEV) – Part 442: Electrical accessories* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-601:1985, *International electrotechnical vocabulary (IEV) – Part 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60112, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-8-1:2019, *Low-voltage electrical installations- Part 8-1: Functional aspects – Energy efficiency*

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

IEC 60669-1:2017, *Switches for household and similar fixed-electrical installations – Part 1: General requirements*

IEC 60947-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-4-1:2018, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

IEC 60947-6-1:2021, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment*

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity standard for residential, commercial and light-industrial environments*

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

IEC 62019, *Electrical accessories – Circuit-breakers and similar equipment for household use – Auxiliary contact units*

IEC 62933-1:2018, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 1: Vocabulary*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62991:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	150
INTRODUCTION.....	152
1 Domaine d'application	154
2 Références normatives	155
3 Termes et définitions	157
3.1 Définitions générales	157
3.2 Définitions supplémentaires relatives aux unités de commande (contrôleurs) NC-SSE et SSE des C-SSE	169
3.3 Définitions supplémentaires relatives au C-SSE.....	170
4 Classification.....	171
4.1 Selon la méthode de manœuvre.....	171
4.2 Selon la construction	171
4.3 Selon le type de courant	171
4.4 Selon le nombre de pôles de sectionnement	171
4.5 Selon le type de bornes	172
4.6 Selon l'application prévue du SSE	172
4.7 Selon la méthode de couplage	172
4.7.1 SSE avec synchronisation	172
4.7.2 SSE avec interverrouillage.....	172
4.7.3 SSE avec synchronisation et interverrouillage	172
4.8 Selon le type de transition.....	172
4.9 Selon la possibilité de sélectionner des sources	172
4.10 Selon la catégorie d'emploi	172
4.11 Selon la possibilité de fournir une position OFF	172
4.12 Selon la méthode de montage.....	172
4.13 Selon la protection contre les influences extérieures.....	172
4.14 Selon les catégories fonctionnelles	172
5 Caractéristiques	175
5.1 Généralités	175
5.2 Type et caractéristiques du matériel.....	176
5.3 Caractéristiques du NC-SSE	177
5.3.1 Généralités	177
5.3.2 Caractéristiques des circuits principaux	177
5.3.3 Catégories d'emploi	179
5.3.4 Caractéristiques des circuits de commande, y compris les interverrouillages électriques	180
5.3.5 Caractéristiques des circuits auxiliaires	181
5.4 Caractéristiques du C-SSE	182
5.4.1 Généralités	182
5.4.2 Caractéristiques des circuits principaux.....	182
5.4.3 Catégories d'emploi	183
5.4.4 Caractéristiques des circuits de commande, y compris les interverrouillages électriques	183
5.4.5 Caractéristiques des circuits auxiliaires	183
6 Marquages et informations relatives au produit.....	183
7 Conditions normalisées de fonctionnement en service	185
7.1 Généralités	185

7.2	Plage de températures ambiantes en utilisation normale	186
7.3	Humidité relative	186
7.4	Altitude	186
7.5	Conditions d'installation	186
7.6	Degré de pollution	186
8	Exigences en matière de construction et de fonctionnement	187
8.1	Généralités	187
8.2	Conception mécanique	187
8.2.1	Généralités	187
8.2.2	Exigences de construction	188
8.2.3	Mécanisme et moyens de manœuvre	190
8.2.4	Distances d'isolement dans l'air, lignes de fuite et distances à travers un matériau d'étanchéité	191
8.2.5	Vis, parties transportant le courant et connexions	194
8.2.6	Bornes pour conducteurs externes	195
8.3	Protection contre les chocs électriques	197
8.4	Propriétés diélectriques	197
8.4.1	Généralités	197
8.4.2	Propriétés diélectriques	197
8.5	Échauffement	198
8.6	Pouvoir de fermeture et de coupure	198
8.7	Performances	199
8.7.1	Généralités	199
8.7.2	Conditions de fonctionnement	200
8.7.3	Fonctionnement en service	202
8.8	Résistance à la chaleur	203
8.9	Résistance du matériau isolant à la chaleur anormale et au feu	203
8.10	Résistance à la corrosion par la rouille	204
8.11	Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (SCPD)	204
8.12	CEM	204
8.13	Résistance aux conditions anormales	204
8.14	Composants	205
8.14.1	Généralités	205
8.14.2	Fusibles	205
8.14.3	Condensateurs	205
8.14.4	Résistances	206
8.14.5	Transformateurs	206
9	Essais de type	206
9.1	Exigences générales	206
9.1.1	Essais de type et séquences d'essais	206
9.1.2	Conditions d'essai	207
9.1.3	Procédure d'essai	208
9.2	Essais d'indélébilité des marquages	209
9.3	Essais de la résistance mécanique	209
9.3.1	Essais de la résistance des moyens d'isolation aux contraintes mécaniques	209
9.3.2	Vérification de l'installation et des connexions	218
9.3.3	Essais des fixations des couvercles, plaques de fermeture et organes de manœuvre	220

9.3.4	Essais de fixation des boutons	222
9.3.5	Essais des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre – Accessibilité aux parties actives	222
9.3.6	Essais des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre – Accessibilité aux parties métalliques non mises à la terre séparées des parties actives	223
9.3.7	Essais des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre – Accessibilité aux parties isolantes, aux parties métalliques mises à la terre, aux parties actives de TBTS ≤ 25 V en courant alternatif ou aux parties métalliques séparées des parties actives	223
9.3.8	Essais des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre – Application des gabarits	223
9.3.9	Essais des rainures, trous et contre-dépouilles	226
9.4	Mesurages des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite	227
9.5	Essai de fiabilité des vis, parties transportant le courant et connexions	228
9.6	Essai de fiabilité des bornes à vis pour conducteurs externes en cuivre	228
9.7	Essais de la protection contre les chocs électriques	230
9.8	Essais de propriétés diélectriques	233
9.8.1	Généralités	233
9.8.2	Essais de résistance à l'humidité	233
9.8.3	Essais de la résistance d'isolement des circuits principaux	233
9.8.4	Essais de la rigidité diélectrique des circuits principaux	234
9.8.5	Essais de la résistance d'isolement et de la rigidité diélectrique des autres circuits	236
9.8.6	Vérification des tensions de tenue aux chocs (sur les distances d'isolement dans l'air et à travers les isolations solides)	237
9.9	Essais d'échauffement	238
9.9.1	Généralités	238
9.9.2	Montage d'essai	239
9.9.3	Procédure d'essai	240
9.10	Essais du pouvoir de fermeture et de coupure	240
9.11	Vérification des performances	241
9.11.1	Généralités	241
9.11.2	Vérification de la fonction d'interverrouillage	241
9.11.3	Vérification des commandes, séquences et limites de manœuvres	245
9.11.4	Vérification de l'aptitude au fonctionnement en service	249
9.12	Essais de résistance à la chaleur	250
9.12.1	Essai de chauffage de base	250
9.12.2	Essai de pression à la bille sur les parties du matériau isolant nécessaires au maintien en place des parties transportant le courant et des parties du circuit de mise à la terre	251
9.12.3	Essai de pression à la bille sur les parties du matériau isolant non nécessaires au maintien en place des parties transportant le courant et des parties du circuit de mise à la terre	252
9.13	Essai de la résistance du matériau isolant à la chaleur anormale et au feu	252
9.14	Résistance à la corrosion par la rouille	254
9.15	Essais de coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (SCPD)	255
9.15.1	Généralités	255
9.15.2	Conditions d'essai	255
9.15.3	Essais de coordination entre le SSE et les SCPD	260
9.16	Essais de CEM	261

9.16.1	Généralités	261
9.16.2	Émission électromagnétique	262
9.16.3	Immunité électromagnétique	262
9.17	Essais dans les conditions anormales	266
9.17.1	Généralités	266
9.17.2	Essais dans les conditions de défaut	268
9.17.3	Essais de surcharge	270
9.18	Essais des composants	270
Annexe A	(informative) Exemples d'utilisations possibles de SSE	274
A.1	Concept général d'installation électrique à basse tension du prosommateur	274
A.2	Exemples d'utilisations de SSE	277
Annexe B	(informative) Correspondance entre les conducteurs en cuivre ISO et AWG	282
Annexe C	(normative) Détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite	283
C.1	Généralités	283
C.2	Orientation et emplacement d'une ligne de fuite	283
C.3	Lignes de fuite lorsque plusieurs matériaux sont utilisés	283
C.4	Lignes de fuite divisées par partie conductrice flottante	283
C.5	Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement dans l'air	283
Annexe D	(normative) Séquences d'essais et nombre d'éprouvettes	286
Annexe E	(normative) Disposition de la détection de l'émission de gaz ionisés pendant les essais de court-circuit	288
Bibliographie		291
Figure 1	– Système de gestion de l'efficacité énergétique (EEMS)	152
Figure 2	– Principe de gestion de deux sources avec un matériel de commutation de source (SSE)	153
Figure 3	– Exemple d'A-SSE	174
Figure 4	– Exemple de R-SSE	175
Figure 5	– Exemple de M-SSE	175
Figure 6	– Appareillage d'essai d'impact au pendule	210
Figure 7	– Appareillage d'essai d'impact au pendule (pièce de frappe)	211
Figure 8	– Support de montage des éprouvettes	212
Figure 9	– Bloc de montage d'un SSE pour pose encastrée	213
Figure 10	– Exemple de support de montage d'un SSE pour montage en tableau	214
Figure 11	– Exemple de support de montage pour un SSE fixé par l'arrière	215
Figure 12	– Application des forces sur un SSE monté sur rail	218
Figure 13	– Détermination du sens des forces à appliquer	219
Figure 14	– Sens de la traction de 30 N sur le conducteur pendant 1 min	220
Figure 15	– Gabarit (épaisseur: environ 2 mm) pour la vérification du périmètre des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre	224
Figure 16	– Exemple d'application du gabarit de la Figure 15 sur des couvercles fixés sans vis sur une surface de montage ou une surface d'appui	225
Figure 17	– Exemples d'applications du gabarit de la Figure 15	226
Figure 18	– Gabarit pour la vérification des rainures, trous et contre-dépouilles	227
Figure 19	– Perspective isométrique indiquant le sens d'application du gabarit de la Figure 18	227

Figure 20 – Doigt d'essai joint (calibre d'essai B conformément à l'IEC 61032:1997)	231
Figure 21 – Broche d'essai pour la vérification de la protection contre les chocs électriques	232
Figure 22 – Force d'essai sur l'organe de commande.....	244
Figure 23 – Circuit d'essai pour la connexion à la source 1 et à la source 2	246
Figure 24 – Appareillage d'essai de pression à la bille	251
Figure 25 – Représentation schématique	253
Figure 26 – Schéma classique pour tous les essais de coordination	256
Figure 27 – Détail des impédances Z et Z_1	257
Figure 28 – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite minimales sur cartes de circuits imprimés.....	269
Figure 29 – Essai de tension de choc – Circuit d'essai.....	271
Figure 30 – Essai de tension de choc – Exemple d'interrupteur à utiliser dans le circuit d'essai	272
Figure A.1 – Exemple de PEI	275
Figure A.2 – Exemple de PEI individuelle.....	276
Figure A.3 – Exemple de PEI partagée avec un réseau de distribution interne à la PEI en parallèle avec le système de distribution du DSO	277
Figure A.4 – Exemple d'utilisation de SSE dans une PEI individuelle avec production photovoltaïque et stockage côté courant continu.....	278
Figure A.5 – Exemple d'utilisation de SSE dans une PEI individuelle avec production photovoltaïque et stockage côté courant alternatif	279
Figure A.6 – Exemple d'utilisation de SSE pour l'alimentation de secours avec stockage ou un groupe électrogène	280
Figure A.7 – Exemple d'utilisation de SSE pour l'alimentation de secours avec stockage uniquement.....	281
Figure C.1 – Exemple 1	284
Figure C.2 – Exemple 2	284
Figure C.3 – Exemple 3	284
Figure C.4 – Exemple 4	284
Figure C.5 – Exemple 5	285
Figure C.6 – Exemple 6	285
Figure C.7 – Exemple 7	285
Figure E.1 – Disposition d'essai.....	289
Figure E.2 – Grille.....	290
Figure E.3 – Circuit de grille	290
Tableau 1 – Catégories fonctionnelles de commutation de la source.....	173
Tableau 2 – Valeurs préférentielles des tensions assignées	177
Tableau 3 – Tension assignée de tenue aux chocs en fonction de la tension nominale de l'installation.....	178
Tableau 4 – Catégories d'emploi.....	180
Tableau 5 – Exigences et position des marquages et autres informations relatives au produit	184
Tableau 6 – Sections (S) des conducteurs d'essai en cuivre correspondant aux courants assignés.....	188

Tableau 7 – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite minimales	192
Tableau 8 – Sections raccordables des conducteurs en cuivre pour borne à vis.....	195
Tableau 9 – Valeurs d'échauffement	198
Tableau 10 – Conditions de fermeture et de coupure pour les essais des pouvoirs de fermeture et de coupure.....	199
Tableau 11 – Temps OFF pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure pour les catégories d'emploi	199
Tableau 12 – Conditions de fermeture et de coupure pour le fonctionnement en service.....	203
Tableau 13 – Nombre de manœuvres pour le fonctionnement en service.....	203
Tableau 14 – Condensateurs	206
Tableau 15 – Couple de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis	208
Tableau 16 – Hauteur de chute pour l'essai d'impact	216
Tableau 17 – Forces à appliquer aux couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre dont la fixation ne dépend pas de vis.....	221
Tableau 18 – Valeurs d'essai de traction.....	229
Tableau 19 – Tension d'essai, points d'application et valeurs minimales de la résistance d'isolement pour la vérification de la rigidité diélectrique	235
Tableau 20 – Tensions d'essai des circuits auxiliaires	236
Tableau 21 – Tension d'essai pour la vérification de la tension de tenue aux chocs	238
Tableau 22 – Courants pour l'essai d'échauffement et sections des conducteurs en cuivre.....	239
Tableau 23 – Force d'essai sur l'organe de commande	243
Tableau 24 – Valeurs minimales de I^2t et I_p	258
Tableau 25 – Facteurs de puissance pour les essais de court-circuit	259
Tableau 26 – Essais d'immunité (vue d'ensemble)	262
Tableau 27 – Critères d'aptitude à la fonction	263
Tableau 28 – Valeurs d'essai de creux de tension.....	263
Tableau 29 – Valeurs d'essai de coupure brève	263
Tableau 30 – Tensions d'essai de choc.....	264
Tableau 31 – Valeurs d'essai de transitoires rapides	264
Tableau 32 – Valeurs d'échauffement admissibles	267
Tableau B.1 – Correspondance entre les conducteurs en cuivre ISO et AWG	282
Tableau D.1 – Séquences d'essais et nombre d'éprouvettes pour les essais.....	287

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

EXIGENCES PARTICULIÈRES RELATIVES AU MATÉRIEL DE COMMUTATION DE SOURCE (SSE)

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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.

L'IEC 62991 a été établie par le sous-comité 23K: Produits pour l'efficacité énergétique électrique, du comité d'études 23 de l'IEC: Petit appareillage. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
23K/78/FDIS	23K/79/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Dans le présent document, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

– *déclarations de conformité: caractères italiques.*

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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.

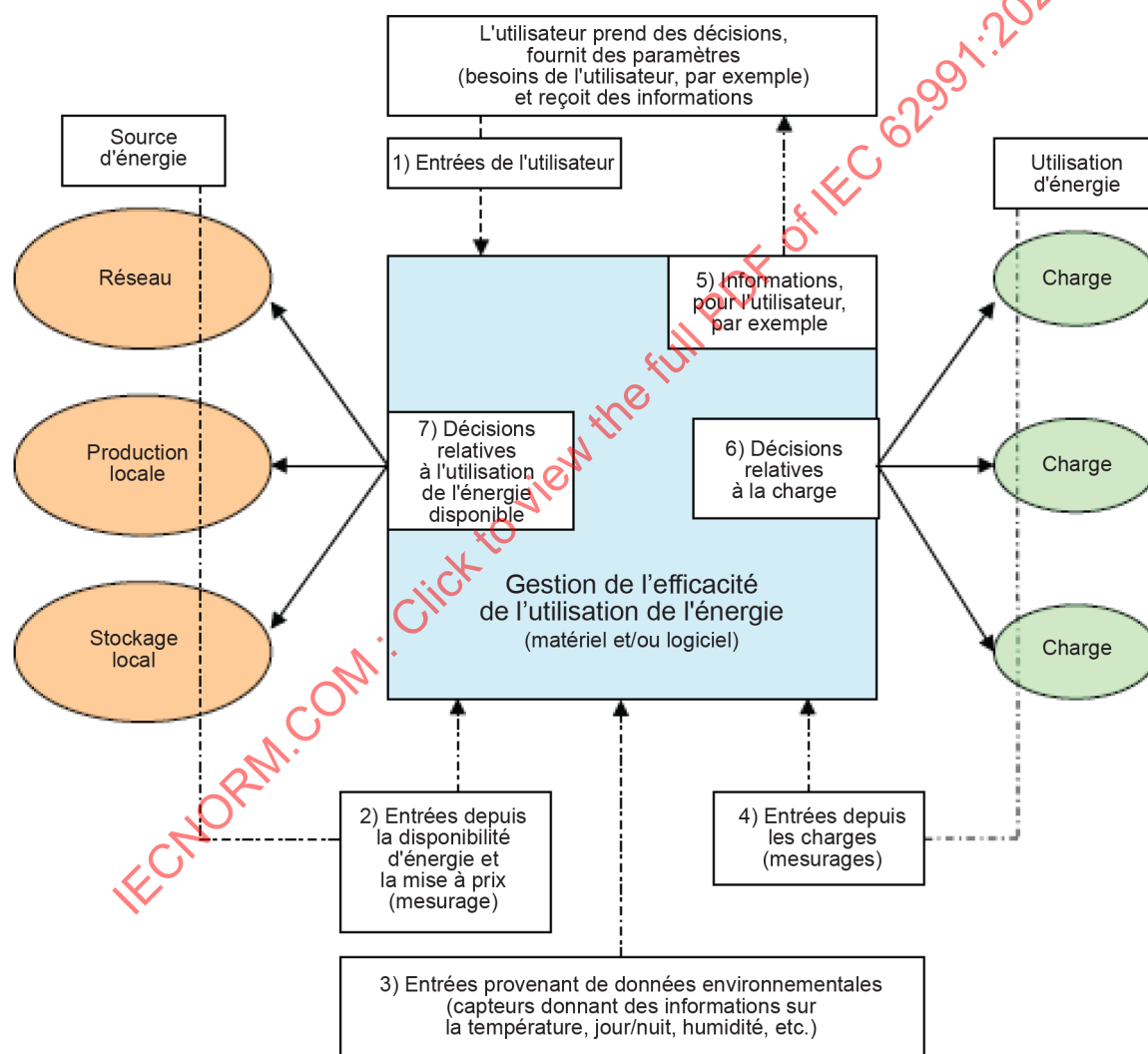
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62991:2022

INTRODUCTION

L'optimisation des utilisations de l'énergie électrique peut être facilitée par des considérations appropriées en matière de conception et d'installation. Une installation électrique peut fournir le niveau exigé de service et de sécurité pour la plus faible consommation électrique possible.

Les concepteurs considèrent cet élément comme une exigence générale de leurs procédures de conception afin d'établir le meilleur usage de l'énergie électrique.

Cette optimisation est fondée sur la gestion de l'efficacité énergétique en prenant en considération le prix de l'électricité, la consommation électrique des charges et l'adaptation en temps réel, comme cela est décrit à la Figure 1, reproduite à partir de l'IEC 60364-8-1:2019, Figure 1.



IEC

Figure 1 – Système de gestion de l'efficacité énergétique (EEMS)

Le présent document s'applique au matériel de commutation de source (SSE - *source switching equipment*) destiné à un usage domestique et analogue (voir la Figure 2).

Le SSE est destiné:

- à rendre transparent pour l'utilisateur final l'emploi des sources d'énergie, compte tenu de la production ou du stockage au niveau local;
- à optimiser l'énergie électrique qui provient soit du réseau, soit d'autres sources ou d'un autre point de stockage au niveau local.

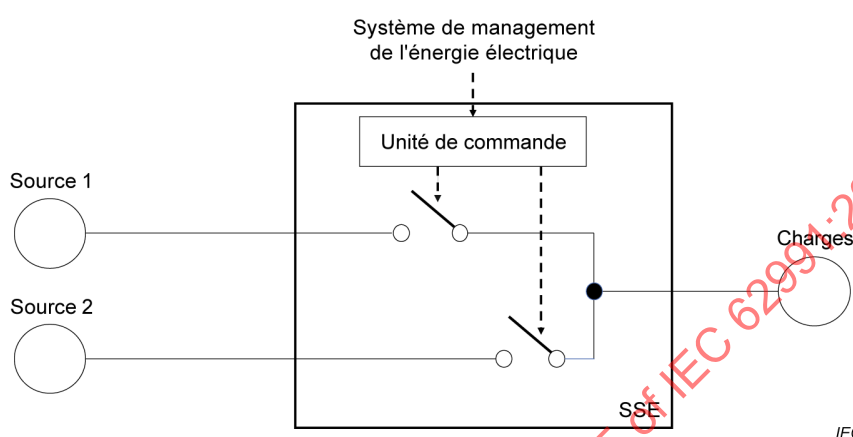


Figure 2 – Principe de gestion de deux sources avec un matériel de commutation de source (SSE)

NOTE Des exemples d'utilisations de SSE sont donnés à l'Annexe A.

Comme cela est défini par l'IEC 60364-8-82:2022, les principaux modes de fonctionnement d'un matériel de commutation de source (SSE) sont les suivants:

- mode d'alimentation directe: correspondant à la source normale (alimentation à partir du réseau). Les unités de stockage peuvent alimenter le matériel d'utilisation ou être chargées par le réseau ou des alimentations électriques locales;
- mode en réseau séparé: fourniture des charges à partir des sources d'énergie et des unités de stockage locales, déconnectées du réseau;
- mode d'alimentation inverse: correspondant à l'alimentation du réseau. Les unités de stockage peuvent alimenter le matériel d'utilisation et/ou le réseau ou être chargées par les alimentations électriques locales.

Le passage du/vers le mode d'alimentation directe au mode en réseau séparé, et inversement, peut être assuré par le fonctionnement du SSE, qui peut être commandé directement (manuellement ou à distance) ou automatiquement.

Le SSE doit fonctionner dans des conditions sûres comme cela est décrit dans l'IEC 60364-8-82:2022.

Le présent document ne couvre pas les aspects de communication tels que les protocoles et l'interopérabilité, ni les données de sécurité ou les autres aspects associés.

Les opérations de commutation du SSE reposent sur des principes similaires à ceux de l'équipement de transfert de source (TSE - *transfer switching equipment*). Pour les applications avec des courants plus élevés (pour les applications industrielles, par exemple), le lecteur peut consulter l'IEC 60947-6-1.

EXIGENCES PARTICULIÈRES RELATIVES AU MATÉRIEL DE COMMUTATION DE SOURCE (SSE)

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique au matériel de commutation de source, ci-après dénommé "SSE", destiné à un usage domestique ou analogue, essentiellement prévu pour être utilisé pour les besoins de l'efficacité énergétique (EE) avec la production locale et/ou le stockage local de l'énergie.

Le SSE est destiné à être installé dans des installations électriques de prosommateurs (PEI - *prosumer electrical installation*) à basse tension pour délivrer l'énergie électrique:

- au matériel d'utilisation (mode d'alimentation directe ou mode en réseau séparé);
- ou au réseau (mode d'alimentation inverse).

Le SSE est destiné à sélectionner et/ou combiner deux sources d'alimentation (choisies parmi le réseau, la source d'alimentation locale, les unités de stockage, par exemple) à l'intérieur d'un système de management de l'énergie électrique (EEMS - *electrical energy management system*). Le SSE peut également être utilisé pour l'alimentation de secours.

NOTE 1 La fonction d'"appareil de connexion pour l'îlotage" (SDFI - *switching device for islanding*) est à l'étude dans la mesure où des exigences supplémentaires peuvent être nécessaires. Voir aussi la Figure 4 de l'IEC 60364-8-82:2022.

Le SSE fait partie intégrante de l'installation électrique fixe.

Le présent document s'applique aux SSE fonctionnant dans des circuits principaux monophasés ou polyphasés en courant alternatif dont les tensions assignées ne dépassent pas 440 V en courant alternatif, dont les fréquences sont égales à 50 Hz, 60 Hz ou 50/60 Hz et dont les courants assignés ne dépassent pas 125 A (40 A pour les bornes sans vis). Les SSE sont destinés à être utilisés dans des installations avec des courants de court-circuit présumés qui ne dépassent pas 25 000 A. Les fonctionnements en courant continu ne sont pas couverts par la présente édition et sont toujours à l'étude pour une révision future du présent document.

Selon le présent document, le SSE peut être manœuvré:

- manuellement (M-SSE); ou
- à distance (R-SSE); ou
- automatiquement (A-SSE); ou
- par une combinaison des méthodes de manœuvre ci-dessus (manuelle et à distance, par exemple).

Le SSE sert à sélectionner deux sources de manière séquentielle. Les SSE capables de faire fonctionner deux sources ou plus en parallèle ne sont pas couverts par la présente édition et sont toujours à l'étude pour une révision future de la présente norme de produit.

Le SSE peut être utilisé avec des dispositifs d'interverrouillage et/ou par synchronisation.

NOTE 2 Dans certains pays, il n'est pas admis de synchroniser les sources locales avec le réseau dans des conditions de réseau particulières, par exemple lorsque les fluctuations de la tension du réseau ou de la fréquence se situent hors des limites de tolérance.

Le SSE est construit soit comme un SSE combiné (C-SSE, fondé sur des produits dédiés tels que des disjoncteurs, des commutateurs ou des contacteurs), soit comme un SSE non combiné (NC-SSE).

Selon le présent document, le C-SSE est fondé sur des unités de coupure du même type.

Le SSE est destiné à être utilisé dans des circuits dans lesquels la protection contre les chocs électriques et les surintensités est assurée selon les règles en vigueur pour des installations électriques à basse tension, sauf s'il comporte déjà une telle fonction de protection.

Le SSE est normalement installé par des personnes averties (IEC 60050-195:2021, 195-04-02) ou des personnes qualifiées (IEC 60050-195:2021, 195-04-01). Le SSE est normalement utilisé par des personnes ordinaires (IEC 60050-195:2021, 195-04-03) et n'exige aucune maintenance.

Les exigences du présent document s'appliquent pour des conditions normales d'environnement. Elles s'appliquent aux SSE destinés à être utilisés dans un environnement qui présente un degré de pollution 2 et des catégories de surtension III conformément à l'IEC 60664-1:2020. Le degré de protection du SSE est au moins IP 20 conformément à l'IEC 60529. Des exigences supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour les dispositifs utilisés dans des emplacements dont les conditions d'environnement sont plus sévères.

De par sa nature, le SSE, n'assure aucune fonction de sectionnement ni de protection contre les surintensités. Toutefois, les fonctions de sectionnement et de protection contre les surintensités couvertes par les normes de produit correspondantes peuvent être assurées par un SSE combiné.

Le présent document ne s'applique pas aux équipements de transfert de source (TSE) destinés à être utilisés par des personnes qualifiées couverts par l'IEC 60947-6-1:2021.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60085, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

IEC 60127-1, *Miniature fuses – Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links* (disponible en anglais seulement)

IEC 60212, *Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides*

IEC 60228, *Âmes des câbles isolés*

IEC 60317-0-1:2013, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 0-1: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre émaillé*

IEC 60364-8-82:2022, *Low voltage electrical installations – Part 8-82: Functional aspects – Prosumer's low-voltage electrical installations* (disponible en anglais seulement)

IEC 60384-14:2013, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation*

IEC 60384-14:2013/AMD1:2016

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible à l'adresse <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60664-3, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60669 (toutes les parties), *Interrupteurs pour installations électriques fixes domestiques et analogues*

IEC 60695-2-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant - Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2021, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant - Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis (GWEPT)*

IEC 60898-1, *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues – Partie 1: Disjoncteurs pour le fonctionnement en courant alternatif*

IEC 60898-2, *Petit appareillage électrique - Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues – Partie 2: Disjoncteurs pour le fonctionnement en courant alternatif et en courant continu*

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour les appareils à courant d'entrée inférieur ou égal à 16 A par phase*

IEC 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

IEC 61095:2009, *Contacteurs électromécaniques pour usages domestiques et analogues*

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers* (disponible en anglais seulement)

IEC 62873-3-1, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 3-1: Particular requirements for devices with screwless-type terminals for external copper conductors* (disponible en anglais seulement)

IEC 62873-3-3, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 3-3: Specific requirements for devices with screw-type terminals for external untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors* (disponible en anglais seulement)

CISPR 14-1:2020, *Compatibilité électromagnétique – Exigences relatives aux appareils électrodomestiques, aux outils électriques et aux appareils analogues – Partie 1: Emission*

ISO 306, *Plastiques – Matières thermoplastiques – Détermination de la température de ramollissement Vicat (VST)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1 Définitions générales

3.1.1

efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique

EEE

approche système pour optimiser l'efficacité de l'utilisation d'électricité

Note 1 à l'article: Les mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique tiennent compte des considérations suivantes:

- à la fois la consommation (kWh) et le prix de l'électricité;
- les technologies;
- l'impact environnemental.

Note 2 à l'article: L'abréviation "EEE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "electrical energy efficiency".

[SOURCE: IEC 60364-8-1:2019, 3.1.7]

3.1.2

système de management de l'énergie électrique

EEMS

système qui surveille, fonctionne, commande et gère les ressources énergétiques et les charges des installations

Note 1 à l'article: L'abréviation "EEMS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "electrical energy management system".

[SOURCE: IEC 60364-8-1:2019, 3.2.1]

3.1.3

mode de fonctionnement

fonctionnement d'une installation en fonction des différentes sources d'énergie électrique et du flux d'énergie

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.9]

3.1.4

mode d'alimentation directe

mode de fonctionnement dans lequel le réseau de distribution alimente la PEI

Note 1 à l'article: Les unités de stockage locales peuvent alimenter le matériel d'utilisation ou être chargées par les alimentations électriques locales et/ou le réseau de distribution.

Note 2 à l'article: L'abréviation "PEI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "prosumer electrical installation".

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.10]

3.1.5

mode d'alimentation inverse

mode de fonctionnement dans lequel la PEI alimente le réseau de distribution

Note 1 à l'article: Les unités de stockage locales peuvent alimenter le matériel d'utilisation et/ou le réseau de distribution ou être chargées par les alimentations électriques locales.

Note 2 à l'article: L'abréviation "PEI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "prosumer electrical installation".

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.11]

3.1.6

séquence de manœuvres

<d'un A-SSE> transfert automatique d'une charge d'une source à une autre dans le cas d'un écart de la source surveillée et/ou d'autres conditions prédéfinies

Note 1 à l'article: Le transfert peut être réalisé avec ou sans délai prédéterminé et peut inclure une position OFF (Arrêt).

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.1, modifié – ajout du domaine, remplacement de "alimentation" par "source" et de la Note 1 par une nouvelle note.]

3.1.7

écart de la mesure de la source

variation des caractéristiques mesurées de la source d'alimentation, qui dépasse des limites prédéterminées

EXEMPLE Des variations anormales de la tension ou de la fréquence de la source d'alimentation sont des écarts de la source.

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique uniquement aux A-SSE.

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.2, modifié – remplacement de "alimentation" par "source" et de "ATSE" par "A-SSE" dans la note.]

3.1.8**écart de la source de tension**

variation du niveau de tension par rapport à la tension nominale de la source surveillée

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.3, modifié – remplacement de "alimentation" par "source" dans le terme et la définition.]

3.1.9**écart de fréquence de la source**

variation de fréquence par rapport à la fréquence nominale de fonctionnement de la source surveillée

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.4, modifié – remplacement de "alimentation" par "source" dans le terme et la définition.]

3.1.10**durée de transfert des contacts**

temps mesuré entre l'ouverture mécanique de tous les pôles d'un jeu de contacts principaux d'une source et la fermeture mécanique d'un pôle d'un second jeu de contacts principaux sur une autre source avec toute temporisation réglable fixée à la valeur minimale

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.5, modifié – remplacement de "alimentation" par "source" et suppression de la Note 1.]

3.1.11**temps OFF**

temps mesuré pendant le transfert, entre l'instant de l'extinction définitive de l'arc sur tous les pôles, dans les conditions produisant la durée d'arc la plus longue, et la fermeture des contacts principaux sur une autre alimentation

3.1.12**position de connexion**

position des contacts principaux définissant si les bornes de la charge sont raccordées aux bornes d'une source 1 ou 2, ou si elles ne le sont pas

Note 1 à l'article: Dans le présent document, le terme "position de connexion" a été remplacé par "position".

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.5.1, modifié – remplacement de "source I ou II" par "source 1 ou 2".]

3.1.13**position I**

position de contact du matériel où les bornes de la charge sont raccordées aux bornes de la source 1

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.5.2, modifié – remplacement de "source I" par "source 1".]

3.1.14**position II**

position de contact du matériel où les bornes de la charge sont raccordées aux bornes de la source 2

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.5.3, modifié – remplacement de "source II" par "source 2".]

3.1.15

position OFF

position de contact stable du matériel où les bornes de la charge ne sont ni raccordées aux bornes de la source 1, ni aux bornes de la source 2

Note 1 à l'article: La position OFF peut également être marquée comme étant la position O.

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.5.4, modifié – remplacement de "source I ou II" par "source 1 ou 2".]

3.1.16

interverrouillage

système permettant d'empêcher la connexion simultanée de deux sources d'alimentation différentes

Note 1 à l'article: Il peut s'agir de moyens électriques et/ou mécaniques.

Note 2 à l'article: L'interverrouillage mécanique empêche que les appareils de connexion soient simultanément en position de fermeture dans toutes les conditions. L'état de deux mécanismes mutuellement dépendants empêche la modification de position de connexion de fonctionnement d'un mécanisme en fonction de la position de connexion (désignée ci-après "position") de fonctionnement de l'autre mécanisme.

Note 3 à l'article: L'interverrouillage électrique empêche, entre autres fonctions, l'envoi simultané de commandes de fermeture aux deux appareils de connexion dans toutes les conditions.

3.1.17

synchronisation

système électrique permettant de connecter deux sources d'alimentation distinctes en parallèle de façon volontaire

3.1.18

transition avec coupure

manœuvre de transfert sans chevauchement qui coupe intentionnellement le courant de charge d'une source pendant un certain laps de temps avant de l'établir sur l'autre source

Note 1 à l'article: Les SSE à transition avec coupure peuvent fonctionner avec un délai (pour les applications d'alimentation de secours, par exemple).

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.7, modifié – Ajout de la note.]

3.1.19

transition sans coupure

manœuvre de transfert avec chevauchement qui établit intentionnellement le courant de charge d'une seconde source synchronisée pendant un court laps de temps avant de le couper sur la première source

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.4.9]

3.1.20

catégorie d'emploi

<pour un appareil de connexion ou un fusible> ensemble de prescriptions spécifiées relatives aux conditions dans lesquelles l'appareil de connexion ou le fusible doit remplir son office, choisies pour représenter un groupe caractéristique d'applications pratiques

Note 1 à l'article: Les prescriptions spécifiées peuvent concerner, par exemple, les valeurs des pouvoirs de fermeture, s'il y a lieu, les valeurs des pouvoirs de coupure et d'autres caractéristiques, les circuits associés et les conditions correspondantes d'emploi et de comportement.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-17-19]

3.1.21**tension de rétablissement**

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

Note 1 à l'article: Cette tension peut être considérée durant deux intervalles de temps consécutifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel la tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en régime établi existe seule.

Note 2 à l'article: Cette définition s'applique uniquement à un dispositif unipolaire. Pour un dispositif multipolaire, il s'agit de la tension entre phases entre les bornes d'alimentation du dispositif.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-17-25, modifié – Ajout de la Note 2.]

3.1.22**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

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-02]

3.1.23**séquence de manœuvres**

<d'un appareil mécanique de connexion> suite de manœuvres spécifiées effectuées à des intervalles de temps spécifiés

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-03]

3.1.24**commande manuelle**

commande d'une manœuvre, effectuée par intervention humaine par l'utilisation de moyens de manœuvre

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-04, modifié – par l'ajout de "par l'utilisation de moyens de manœuvre".]

3.1.25**commande automatique**

commande d'une manœuvre, effectuée sans intervention humaine lorsque se produisent des conditions prédéterminées

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-05]

3.1.26**commande directe**

commande d'une manœuvre, effectuée à partir d'un point situé sur l'appareil commandé ou dans le voisinage immédiat de celui-ci

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-06, modifié – par la suppression du terme "de connexion" dans la définition.]

3.1.27**commande à distance**

commande d'une manœuvre par l'utilisation de moyens de manœuvre, effectuée à partir d'un point éloigné de l'appareil commandé

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-07, modifié – par l'ajout de "par l'utilisation de moyens de manœuvre".]

3.1.28

matériel de commutation de source

SSE

matériel capable de sélectionner des sources (d'alimentation) lorsque certaines conditions sont satisfaites ou après une intervention humaine

Note 1 à l'article: Par exemple, un SSE destiné aux applications de secours peut contenir un ou plusieurs appareils de connexion et tous les moyens de commande associés pour déconnecter les circuits de charge d'une source et les reconnecter à une autre source lorsque certaines conditions sont satisfaites.

Note 2 à l'article: Par exemple, un SSE destiné à une PEI connectée au réseau et défini dans l'IEC 60364-8:2022 peut contenir un ou plusieurs appareils de connexion et des moyens de commande associés pour commuter les circuits de charge entre une source normale et une autre source, lorsque certaines conditions sont satisfaites, en maintenant toujours les charges sous tension.

Note 3 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

Note 4 à l'article: L'abréviation "PEI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "prosumer electrical installation".

3.1.29

SSE combiné

C-SSE

SSE fondé sur l'association d'appareils de connexion conformes à la série IEC 60669 et à l'IEC 60898-1 ou à l'IEC 60898-2 ou à l'IEC 61095, et dont les moyens de commande associés permettent de gérer la ou les manœuvres de commutation du SSE

Note 1 à l'article: Un SSE combiné peut reposer sur des dispositifs individuels ou sur des dispositifs assemblés mécaniquement dans une unité dédiée (par exemple, deux commutateurs assemblés ensemble, deux commutateurs assemblés ensemble avec l'unité de commande ou ses parties). Dans le cas des dispositifs assemblés, l'assemblage peut être réalisé par le fabricant ou sur le site (par l'installateur ou le constructeur de panneaux, par exemple).

Note 2 à l'article: Pour un SSE fondé sur des appareils de connexion dont certains essais sont déjà couverts par d'autres normes de produit, il n'est pas nécessaire de répéter ces essais.

Note 3 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

3.1.30

SSE non combiné

NC-SSE

SSE spécialement conçu par le fabricant et comportant tous les moyens de commutation prévus, y compris les moyens de commande associés permettant de gérer la ou les manœuvres de commutation du SSE, mais non fondé sur l'association de dispositifs conformes à la série IEC 60669 et à l'IEC 60898-1 ou à l'IEC 60898-2 ou à l'IEC 61095

Note 1 à l'article: Un SSE non combiné peut reposer ou pas sur des dispositifs individuels (SSE avec unité de commande à distance ou avec contrôleur SSE, par exemple).

Note 2 à l'article: Un SSE non combiné n'est pas réputé assurer une protection contre les surintensités, sauf s'il est déclaré comme satisfaisant également à l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2.

Note 3 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

3.1.31

SSE manœuvré manuellement

M-SSE

SSE manœuvré manuellement et non électriquement

Note 1 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.3.2, modifié – le terme et l'abréviation ont été adaptés afin de s'appliquer au cas spécifique de SSE.]

3.1.32**SSE manœuvré à distance****R-SSE**

SSE manœuvré électriquement et sans action automatique

Note 1 à l'article: Un R-SSE peut disposer d'une fonctionnalité permettant une manœuvre locale et/ou manuelle.

Note 2 à l'article: Les moyens de commande à distance peuvent inclure des moyens de manœuvre pour la commande manuelle (par exemple, boutons-poussoirs, interrupteurs rotatifs, etc.) et des fonctions supplémentaires telles que la signalisation à distance, etc. Ils peuvent se trouver dans la même enveloppe ou pas, et les commandes peuvent être transmises par l'intermédiaire de n'importe quel support (avec ou sans fil).

Note 3 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.3.3, modifié – le terme, l'abréviation et la définition ont été adaptés afin de s'appliquer au cas spécifique de SSE et la Note 2 a été ajoutée.]

3.1.33**SSE à manœuvre automatique****A-SSE**

SSE à action automatique, comprenant toutes les entrées de mesure nécessaires, la surveillance et la logique de commande pour des manœuvres de commutation

Note 1 à l'article: Un A-SSE peut disposer d'une fonctionnalité permettant une manœuvre locale et/ou à distance et/ou manuelle.

Note 2 à l'article: Les moyens de commande automatique peuvent se trouver dans la même enveloppe ou pas, et les commandes peuvent être transmises par l'intermédiaire de n'importe quel support (avec ou sans fil).

Note 3 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.3.4, modifié – remplacement du terme "équipement de transfert automatique de source" par "SSE à manœuvre automatique" et de l'abréviation "ATSE" par "A-SSE", par référence à SSE dans la définition, et par l'ajout de la Note 2.]

3.1.34**unité de coupure**

<du SSE> ensemble des pièces prévues pour choisir les sources d'alimentation des circuits de charge

Note 1 à l'article: Une unité de coupure peut reposer sur un seul dispositif (NC-SSE, par exemple), sur plusieurs dispositifs assemblés mécaniquement dans une seule unité de coupure (C-SSE, par exemple), sur des unités de coupure dédiées intégrées à l'unité de commande dans un seul dispositif (le SSE lui-même, par exemple), etc.

Note 2 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

3.1.35**unité de commande**

<du SSE> ensemble des pièces destinées à la gestion de la ou des manœuvres de l'unité de coupure du SSE, y compris les moyens de manœuvre de l'unité IHM

Note 1 à l'article: Selon le type de SSE, l'unité de commande peut inclure différentes fonctions telles que des moyens manuels de manœuvre, la détection, l'interverrouillage, la synchronisation, la commande des réglages, etc. Pour les besoins du présent document, les moyens de commande ne comprennent pas les moyens prévus à d'autres fins que les commandes (la signalisation locale ou à distance, par exemple).

Note 2 à l'article: L'unité de commande peut faire partie intégrante du SSE, être une unité autonome (à associer à un R-SSE ou un A-SSE) ou être une unité dédiée qui peut faire partie d'un système plus large (un système de gestion de l'efficacité énergétique, par exemple). L'unité de commande peut reposer sur l'utilisation de moyens mécaniques et/ou électriques.

Note 3 à l'article: Les unités de commande SSE autonomes (dispositif) et l'unité de commande dédiée SSE (dispositif) peuvent également être appelées dispositif de commande SSE, contrôleur SSE, etc.

Note 4 à l'article: L'unité de commande peut reposer sur l'utilisation de dispositifs couverts par leurs normes respectives, dans la mesure où ces dispositifs sont utilisés pour les besoins spécifiés.

Note 5 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

3.1.36

circuit principal

<du SSE> ensemble de pièces conductrices de l'unité de coupure insérées dans le circuit et destinées à commuter les sources d'alimentation et à fournir les charges

Note 1 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.4, modifié – remplacement de "disjoncteur" par "SSE" dans le domaine, de "disjoncteur" par "unité de coupure" et "de fermer ou d'ouvrir" par "et destinées à commuter les sources d'alimentation et à fournir les charges" dans la définition.]

3.1.37

circuit de commande

<du SSE> ensemble des pièces conductrices de l'unité de commande SSE (autres que les voies du circuit principal) destinées à la gestion de la ou des manœuvres de l'unité de coupure du SSE

Note 1 à l'article: Pour les besoins du présent document, le circuit de commande ne comprend pas les moyens prévus pour d'autres fins que les commandes (signalisation locale ou à distance, par exemple).

Note 2 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.5, modifié – pour correspondre à la fonction de commutation du SSE et ajout de la Note 1.]

3.1.38

contact de commande

<du SSE> contact inséré dans un circuit de commande du SSE pour la gestion à distance de la ou des manœuvres de l'unité de coupure

Note 1 à l'article: Le SSE peut être fourni sans contact de commande.

Note 2 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.3.3, modifié – pour correspondre à la fonction de commutation du SSE et ajout de la Note 1.]

3.1.39

secours

action de connexion d'une source locale pour remplacer l'alimentation principale afin d'assurer la continuité du service

3.1.40

mode en réseau séparé

mode de fonctionnement dans lequel la PEI est déconnectée du réseau de distribution

Note 1 à l'article: Un mode en réseau séparé peut être le résultat de l'action des protections automatiques ou d'une action volontaire.

Note 2 à l'article: Le passage en réseau séparé est l'action de déconnecter une PEI du réseau de distribution.

Note 3 à l'article: L'abréviation "PEI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "prosumer electrical installation".

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.13, modifié – La Note 2 à l'article a été ajoutée.]

3.1.41**installation électrique de prosommateur****PEI**

installation électrique à basse tension raccordée ou non à un réseau de distribution et capable de fonctionner:

- avec des alimentations électriques locales; et/ou
- avec des unités de stockage locales;

et qui surveille et commande l'énergie provenant des sources connectées qui la fournissent:

- au matériel d'utilisation; et/ou
- à des unités de stockage locales; et/ou
- au réseau de distribution

Note 1 à l'article: L'abréviation "PEI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "prosumer electrical installation".

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.7]

3.1.42**tension assignée d'alimentation du circuit de commande**

U_s

tension assignée appliquée pour alimenter les bornes de la source d'alimentation du circuit de commande

[SOURCE: IEC 60947-1:2020, 3.7.66]

3.1.43**courant assigné d'alimentation du circuit de commande**

I_s

courant assigné appliqué pour alimenter les bornes de la source d'alimentation du circuit de commande

3.1.44**borne**

partie conductrice d'un dispositif prévue pour la connexion et la déconnexion aux circuits extérieurs

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.3.12]

3.1.45**borne à vis**

borne pour le raccordement et la déconnexion ultérieure d'un conducteur ou l'interconnexion démontable de deux conducteurs ou plus, le raccordement étant réalisé directement ou indirectement au moyen de vis ou d'écrous de toutes sortes

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.3.12.1]

3.1.46**organe de serrage**

partie(s) d'une borne nécessaire(s) au serrage mécanique et au raccordement électrique du (des) conducteur(s)

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.4]

3.1.47

borne à serrage sous tête de vis

borne dans laquelle l'âme d'un conducteur est serrée sous la tête d'une ou plusieurs vis, la pression de serrage pouvant être appliquée directement par la tête de la vis ou au moyen d'une partie intermédiaire, telle qu'une rondelle, une plaquette ou un dispositif empêchant le conducteur ou ses brins de s'échapper

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-08]

3.1.48

borne à goujon fileté

borne à vis dans laquelle l'âme d'un conducteur est serrée sous un écrou

Note 1 à l'article: La pression de serrage peut être appliquée directement par un écrou de forme appropriée ou au moyen d'une partie intermédiaire, telle qu'une rondelle, une plaquette ou un dispositif empêchant le conducteur ou ses brins de s'échapper.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-23]

3.1.49

bornes pour cosses et barrettes

borne à vis ou borne à goujon fileté prévue pour serrer une cosse ou une barrette directement ou indirectement au moyen d'une vis ou d'un écrou

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-16, modifié – "ou borne à goujon fileté" ajouté.]

3.1.50

borne sans vis

dispositif de connexion pour la connexion et la déconnexion d'un conducteur rigide (massif ou câblé) ou d'un conducteur souple ou l'interconnexion démontable de deux conducteurs, la connexion étant réalisée directement ou indirectement au moyen de ressorts, pièces de formes angulaire, excentrique ou conique, etc., sans autre préparation spéciale du conducteur concerné que l'enlèvement de l'isolant

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.6, modifié – "borne" remplacé par "dispositif de connexion" dans la définition.]

3.1.51

borne de type sans vis

borne dont le raccordement et la déconnexion ultérieure sont obtenus directement ou indirectement au moyen de ressorts, de coins ou éléments similaires

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, J.3.2, modifié – le terme défini "borne sans vis" a été remplacé par "borne de type sans vis" et la Note 1 à l'article a été supprimée.]

3.1.52

vis autotaraudeuse

vis réalisée dans un matériau présentant une plus grande résistance à la déformation que celle du matériau dans lequel est réalisée la cavité quand celle-ci y est insérée par rotation

Note 1 à l'article: La vis est réalisée avec un filetage conique, la conicité étant appliquée au diamètre du noyau du filetage à la section terminale de la vis.

Note 2 à l'article: Le filetage résultant de la mise en place de la vis n'est formé de façon sûre qu'après avoir effectué un nombre suffisant de révolutions dépassant le nombre de filets de la section conique.

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.3.13]

3.1.53**vis autotaraudeuse à découpe de matière**

vis ayant un filet non continu qui, par vissage, forme le filetage en enlevant du matériau de la cavité

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.8, modifié – La Note 1 à l'article a été supprimée.]

3.1.54**pollution**

<d'un système électrique> toute condition de matériau étranger solide, liquide ou gazeux (gaz ionisés) qui peut affecter la rigidité diélectrique ou la résistivité de surface

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.24]

3.1.55**degré de pollution**

chiffre caractérisant la pollution prévue du micro-environnement

Note 1 à l'article: Le degré de pollution auquel le matériel est exposé peut être différent de celui du macro-environnement dans lequel se trouve le matériel, en raison de la protection assurée par des moyens tels qu'une enveloppe ou un chauffage interne pour éviter l'absorption ou la condensation de l'humidité.

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.25, modifié – La Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.1.56**pôle neutre de sectionnement**

pôle prévu seulement pour couper le neutre, mais non prévu pour avoir un pouvoir de fermeture ou de coupure

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.7.3]

3.1.57**organe de manœuvre**

partie qui est tirée, poussée, tournée ou manipulée de toute autre façon pour provoquer le fonctionnement du SSE

Note 1 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-04-14, modifié – Le mot "interrupteur" a été remplacé par "SSE" dans la définition.]

3.1.58**système de stockage de l'énergie électrique****système EES****EES**

installation connectée au réseau avec des limites électriques définies, comportant au moins un EES, dont le but est d'extraire l'énergie électrique d'un réseau d'énergie électrique, de stocker cette énergie en interne d'une certaine manière et d'injecter l'énergie électrique dans un réseau d'énergie électrique, et qui inclut des équipements de génie civil, de conversion de l'énergie ainsi que des équipements auxiliaires associés

Note 1 à l'article: Le système EES est commandé et coordonné dans le but de fournir des services aux opérateurs de réseaux d'énergie électrique ou aux utilisateurs de ces réseaux.

Note 2 à l'article: Dans certains cas, un système EES peut nécessiter une source d'énergie supplémentaire (non électrique) durant sa décharge, fournissant plus d'énergie au réseau d'énergie électrique que l'énergie emmagasinée (le stockage d'énergie à air comprimé est un exemple typique où une énergie thermique supplémentaire est nécessaire).

Note 3 à l'article: "réseau d'énergie électrique" est défini dans l'IEC 60050-601:1985, 601-01-01.

Note 4 à l'article: L'abréviation "EES" est dérivée du terme anglais développé correspondant "electrical energy storage".

Note 5 à l'article: L'abréviation "EESS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "electrical energy storage system".

[SOURCE: IEC 62933-1:2018, 3.2]

3.1.59

prosommateur

<d'électricité> entité ou partie qui peut être à la fois un producteur et un consommateur d'énergie électrique

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.6]

3.1.60

mode connecté

mode de fonctionnement dans lequel la PEI est connectée au réseau de distribution

EXEMPLE Mode d'alimentation directe, mode d'alimentation inverse ou mode sans alimentation (c'est-à-dire sans échange d'énergie entre la PEI et le réseau de distribution).

Note 1 à l'article: L'abréviation "PEI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "prosumer electrical installation".

[SOURCE: IEC 60364-8-82:2022, 82.3.12]

3.1.61

très basse tension

TBT

tension ne dépassant pas la valeur maximale de la tension de contact présumée qui peut être maintenue indéfiniment dans des conditions spécifiées d'influences externes

[SOURCE: IEC 61140:2016, 3.26]

3.1.62

TBTS

schéma TBTS

schéma électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la très basse tension:

- dans des conditions normales et
- dans des conditions de premier défaut, y compris les défauts à la terre dans les autres circuits électriques

Note 1 à l'article: TBTS est l'abréviation de très basse tension de sécurité.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-28, modifié – Le terme "TBTS" a été ajouté.]

3.1.63

TBTP

schéma TBTP

schéma électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la très basse tension:

- dans des conditions normales et
- dans des conditions de premier défaut, à l'exception des défauts à la terre dans les autres circuits électriques

Note 1 à l'article: TBTP est l'abréviation de très basse tension de protection.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-29, modifié – Le terme "TBTP" a été ajouté.]

3.2 Définitions supplémentaires relatives aux unités de commande (contrôleurs) NC-SSE et SSE des C-SSE

3.2.1

courant assigné de court-circuit conditionnel

I_{nc}

valeur de courant présumé, fixée par le fabricant, que le SSE, protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits (SCPD) spécifié par le fabricant, peut supporter de façon satisfaisante pendant la durée de fonctionnement de ce dispositif dans les conditions spécifiées d'utilisation et de comportement

Note 1 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

Note 2 à l'article: L'abréviation "SCPD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "short-circuit protective device".

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.5.14.9, modifié – remplacement de "ce matériel" par "le SSE" et "les conditions d'essais spécifiées dans la norme de matériel correspondante" par "les conditions spécifiées d'utilisation et de comportement", et ajout de "(SCPD)".]

3.2.2

courant assigné

I_n

valeur du courant, attribuée au SSE (ou l'une de ses parties) par le fabricant, et que le dispositif peut transporter en service ininterrompu

Note 1 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

3.2.3

fréquence assignée

<d'un SSE> valeur de fréquence industrielle attribuée par le fabricant pour laquelle le SSE est conçu

Note 1 à l'article: Un certain nombre de fréquences assignées peut être attribué au même dispositif.

Note 2 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

3.2.4

pouvoir assigné de fermeture et de coupure

I_m

valeur efficace de la composante alternative du courant présumé, attribuée par le fabricant, que le SSE peut établir, supporter ou interrompre dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

3.2.5

tension assignée de tenue aux chocs

U_{imp}

valeur de tension assignée de tenue aux chocs fixée par le fabricant aux matériels ou à une partie d'entre eux, caractérisant la capacité de tenue spécifiée de son isolation contre des surtensions transitoires

[SOURCE: IEC 60664-1:2020, 3.1.19]

3.2.6

tension assignée d'isolement

U_i

valeur de tension, attribuée par le fabricant, à laquelle se rapportent les tensions d'essai diélectrique et les lignes de fuite

3.2.7

tension assignée

valeur de tension attribuée par le fabricant et à laquelle se rapportent ses performances

Note 1 à l'article: Le même SSE peut avoir des tensions assignées différentes.

Note 2 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

3.2.8

tension assignée d'emploi

U_e

valeur de tension attribuée par le fabricant et à laquelle se rapportent ses performances (en particulier en cas de court-circuit)

3.2.9

sectionnement

fonction de sectionnement

fonction destinée à assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation en séparant l'installation ou une partie de l'installation de toute source d'énergie électrique, pour des raisons de sécurité

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.6.10]

3.3 Définitions supplémentaires relatives au C-SSE

Pour le SSE combiné, les termes et définitions suivants s'appliquent en plus de ceux des normes pertinentes.

3.3.1

SSE de classe SW

SSE combiné capable d'établir, de transporter et de couper des courants dans les conditions normales, y compris les conditions de surcharge, et supportant les courants de court-circuit

Note 1 à l'article: Ce SSE combiné est fondé sur des commutateurs conformes à la série IEC 60669.

Note 2 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.3.6, modifié – Le terme "TSE de classe PC" a été remplacé par "SSE de classe SW" et, dans la définition, "équipement de transfert de source basé sur des appareils mécaniques de connexion, ne nécessitant pas d'alimentation électrique pour maintenir les contacts principaux ouverts ou fermés" a été remplacée par "SSE combinée", suppression de "et établissant" et les notes ont été remplacées par une nouvelle note.]

3.3.2

SSE de classe CB

SSE combiné capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit, telles que celles de court-circuit

Note 1 à l'article: Ce SSE combiné est fondé sur des disjoncteurs conformes à l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2.

Note 2 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.1.4, modifié – Le terme "disjoncteur" a été remplacé par "SSE de classe CB", et dans la définition, "appareil mécanique de connexion" a été remplacé par "SSE combiné", en supprimant "automatiquement" et en ajoutant la note.]

3.3.3

SSE de classe CT

SSE combiné fondé sur des appareils mécaniques de connexion ayant une seule position de repos, commandé autrement qu'à la main, et capable d'établir, de transporter et de couper des courants dans les conditions normales, y compris les conditions de surcharge, mais pas de couper des courants de court-circuit

Note 1 à l'article: Ce SSE combiné est fondé sur des contacteurs conformes à l'IEC 61095:2009.

Note 2 à l'article: L'abréviation "SSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "source switching equipment".

[SOURCE: IEC 60947-6-1:2021, 3.3.8, modifié – Le terme "TSE de classe CC" a été remplacé par "SSE de classe CT", et dans la définition, "équipement de transfert de source" a été remplacé par "SSE combiné"; "mais pas de couper des courants de court-circuit" a été ajouté et les notes ont été remplacées par une nouvelle note.]

4 Classification

4.1 Selon la méthode de manœuvre

- SSE manœuvré manuellement: M-SSE;
- SSE manœuvré à distance: R-SSE;
- SSE à manœuvre automatique: A-SSE;
- Une combinaison des méthodes ci-dessus.

4.2 Selon la construction

a) SSE combiné (C-SSE)

- SW-SSE: SSE fondé sur des commutateurs conformes à la série IEC 60669;
- CB-SSE: SSE fondé sur des disjoncteurs conformes à l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2;
- CT-SSE: SSE fondé sur des contacteurs conformes à l'IEC 61095:2009;
- SSE fondé sur différents appareils de connexion: À l'étude.

b) SSE non combiné (NC-SSE)

4.3 Selon le type de courant

- Pour une utilisation en courant alternatif destinée à alimenter les circuits principaux en courant alternatif. Pour toutes les parties du SSE, le nombre de phases et la fréquence assignée doivent être spécifiés;
- Utilisation en courant continu destinée à alimenter les circuits principaux en courant continu (à l'étude).

4.4 Selon le nombre de pôles de sectionnement

- SSE unipolaire;
- SSE bipolaire;
- SSE tripolaire;
- SSE quadripolaire.

4.5 Selon le type de bornes

- SSE avec bornes à vis pour les conducteurs externes en cuivre;
- SSE avec bornes de type sans vis pour les conducteurs externes en cuivre.

4.6 Selon l'application prévue du SSE

- Alimentation de secours;
- Gestion d'efficacité énergétique.

4.7 Selon la méthode de couplage

4.7.1 SSE avec synchronisation

- SSE avec synchronisation dans un seul sens (pour l'alimentation de secours et la gestion d'efficacité énergétique);
- SSE avec synchronisation dans les deux sens (pour la gestion d'efficacité énergétique).

4.7.2 SSE avec interverrouillage

- SSE avec interverrouillage mécanique;
- SSE avec interverrouillage électrique;
- SSE avec interverrouillages mécanique et électrique.

4.7.3 SSE avec synchronisation et interverrouillage

4.8 Selon le type de transition

- a) Transition avec coupure;
- b) Transition sans coupure.

4.9 Selon la possibilité de sélectionner des sources

- a) SSE sélectionnant la source 1 ou la source 2;
- b) SSE permettant à deux sources de fonctionner en parallèle. À l'étude.

4.10 Selon la catégorie d'emploi

- a) Avec catégorie d'emploi;
- b) Sans catégorie d'emploi.

4.11 Selon la possibilité de fournir une position OFF

- SSE sans position OFF;
- SSE avec position OFF.

4.12 Selon la méthode de montage

- Pour pose en saillie;
- Pour pose encastrée;
- Sur panneau (également appelé montage en tableau ou tableau de répartition).

NOTE Ce type est destiné à être monté sur rail.

4.13 Selon la protection contre les influences extérieures

- Type sous enveloppe: N'exige aucune enveloppe appropriée;
- Type non protégé: Utilisé avec une enveloppe appropriée.

4.14 Selon les catégories fonctionnelles

- Manuel: SSE avec au moins tous les moyens de manœuvres manuelles selon 3.1.31;
- Automatique: SSE avec au moins tous les moyens de manœuvres automatiques selon 3.1.33;

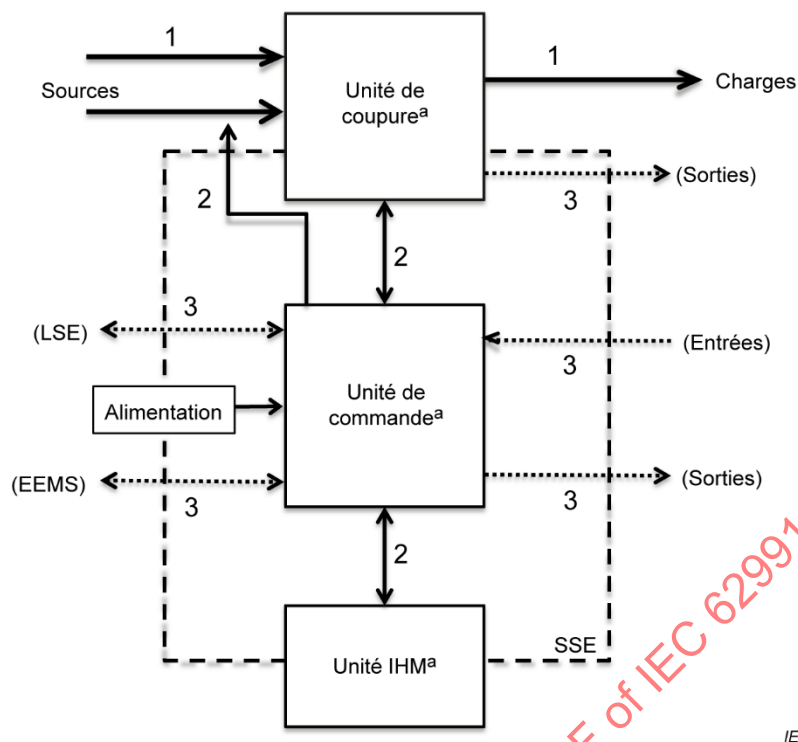
- Commandé par EEMS: SSE avec au moins tous les moyens de manœuvres à distance selon 3.1.32 et avec lequel les moyens de contrôle de commutation sont mis en œuvre dans le SSE lui-même.

Les fonctionnalités de chacune des catégories fonctionnelles sont définies dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Catégories fonctionnelles de commutation de la source

Fonctions	Manuelles	Automatiques	Commandées par EEMS
Alimentation de secours (arrêt du réseau)	X	X	X
Écarts		X	X
Interverrouillage	X		
Synchronisation (ouvert ou fermé)			X
X: exigé. D'autres fonctions peuvent être mises en œuvre (moyens manuels d'un SSE déclaré selon la catégorie fonctionnelle "Automatique", par exemple).			

Ces fonctionnalités peuvent être intégrées dans une seule unité ou dans différentes unités. Pour des exemples d'architectures SSE générales, voir les figures de la Figure 3 à la Figure 5.



Légende

Unité de coupure: peut inclure un interverrouillage mécanique et des moyens locaux de manœuvre

Unité de commande: y compris les capteurs (2), peut inclure un interverrouillage électrique

Unité IHM: matériel et/ou logiciel

.... facultatif

^a peut être intégrée dans une seule unité ou dans différentes unités.

LSE Équipement de délestage

CEM Gestionnaire d'énergie client.

HBES Système électronique des foyers domestiques et bâtiments

(LSE), (EEMS): interfaces de communication facultatives avec, par exemple, LSE, EEMS (CEM, HBES), PCS, compteur intelligent (fournisseur d'énergie), etc.

(entrées): facultatives (des capteurs, par exemple)

(sorties): facultatives (signalisation, par exemple)

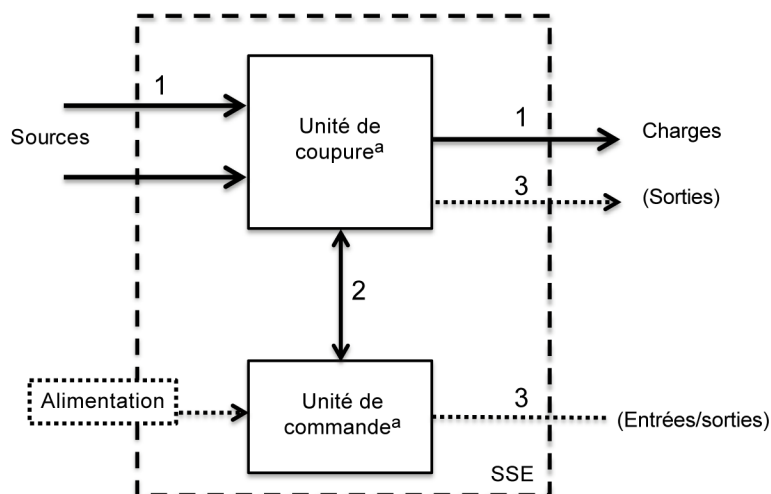
Alimentation: facultative

1 circuits principaux

2 circuits de commande (avec ou sans fil)

3 circuits auxiliaires (avec ou sans fil)

Figure 3 – Exemple d'A-SSE



Légende

Unité de coupure: peut inclure un interverrouillage mécanique et des moyens locaux de manœuvre

Unité de commande: peut inclure un interverrouillage électrique

.... Facultatif

Alimentation: facultative

^a peut être intégrée dans une seule unité ou dans différentes unités.

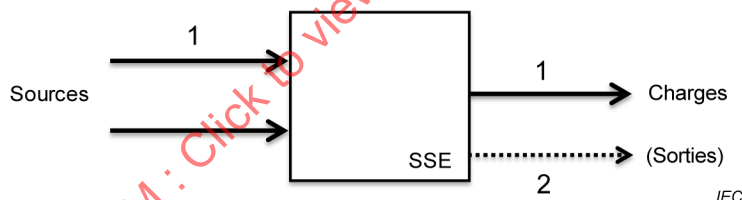
(entrées, sorties): facultatives

1 circuits principaux

2 circuits de commande (avec ou sans fil)

3 circuits auxiliaires (avec ou sans fil)

Figure 4 – Exemple de R-SSE



Légende

SSE: y compris l'unité de coupure, l'interverrouillage mécanique et les moyens locaux de manœuvre

(sorties): facultatives (signalisation, par exemple)

1 circuits principaux

2 circuits auxiliaires (avec ou sans fil)

.... facultatif

Figure 5 – Exemple de M-SSE

5 Caractéristiques

5.1 Généralités

Le cas échéant, les caractéristiques du SSE doivent être définies selon 5.2, 5.3 et 5.4.

Si les caractéristiques qui correspondent à la position I, à la position II et à la position OFF sont différentes, le fabricant doit les indiquer pour chaque position.

5.2 Type et caractéristiques du matériel

Le SSE doit être déclaré selon:

- la méthode de fonctionnement (M-SSE, R-SSE, A-SSE);
- la construction (C-SSE ou NC-SSE);
- dans le cas d'un C-SSE, la classe du SSE (classe SW-SSE, CB-SSE ou CT-SSE);
- le type de courant des circuits principaux: Courant alternatif ou courant continu (courant continu: à l'étude);
- en cas de courant alternatif, le nombre de phases et la fréquence assignée;
- le nombre de pôles de sectionnement;
- le type de bornes (à vis ou sans vis);
- l'application prévue (alimentation de secours ou gestion d'efficacité énergétique);
- la méthode de couplage (synchronisation ou interverrouillage);
- dans le cas de la méthode d'interverrouillage, le type d'interverrouillage (mécanique et/ou électrique);
- le type de transition (de coupure et/ou sans coupure);
- l'aptitude à faire fonctionner les sources en parallèle (à l'étude) ou de manière séquentielle;
- la catégorie d'emploi;
- le nombre et le type de positions du contact principal (2 ou 3 positions: I, II et OFF, si elles sont fournies);
- la méthode de montage (pour pose en saillie, pour pose encastrée ou sur panneau);
- la protection contre les influences extérieures (sous enveloppe ou non protégé);
- les catégories fonctionnelles (manuel, automatique, contrôlé par EEMS);
- les séquences de manœuvres (A-SSE).

Pour le NC-SSE, les caractéristiques sont définies selon:

- le paragraphe 5.3.2 pour les circuits principaux;
- le paragraphe 5.3.3 pour les catégories d'emploi;
- le paragraphe 5.3.4 pour les circuits de commande, y compris les interverrouillages électriques;
- le paragraphe 5.3.5 pour les circuits auxiliaires.

Pour le C-SSE, les valeurs assignées sont définies selon:

- le paragraphe 5.4.2 pour les circuits principaux;
- le paragraphe 5.4.3 pour les catégories d'emploi;
- le paragraphe 5.4.4 pour les circuits de commande, y compris les interverrouillages électriques;
- le paragraphe 5.4.5 pour les circuits auxiliaires.

Ces circuits peuvent être intégrés dans des unités ou dispositifs différents.

5.3 Caractéristiques du NC-SSE

5.3.1 Généralités

En principe, le NC-SSE n'est pas destiné à assurer une fonction de protection contre les surintensités. S'il est déclaré assurer ce type de fonction, il doit également satisfaire à l'IEC 60898-1 (pour les disjoncteurs pour le fonctionnement en courant alternatif) ou à l'IEC 60898-2 (pour les disjoncteurs pour le fonctionnement en courant alternatif et en courant continu).

5.3.2 Caractéristiques des circuits principaux

5.3.2.1 Type de courant

Courant alternatif ou courant continu (courant continu: à l'étude).

5.3.2.2 Tension assignée d'emploi (U_e)

Les valeurs préférentielles des tensions assignées d'emploi sont les suivantes:

- pour les applications en courant alternatif: voir le Tableau 2;
- pour les applications en courant continu: à l'étude.

Tableau 2 – Valeurs préférentielles des tensions assignées

Type de SSE	Circuit alimentant le SSE	Tension assignée du SSE pour une utilisation dans des réseaux 230 V, 230/400 V ou 400 V V	Tension assignée du SSE pour une utilisation dans des réseaux 120/240 V ou 240 V V
Unipolaire	Monophasé (conducteur médian phase/terre ou phase/neutre)	230	120
Bipolaire	Monophasé (conducteur médian phase/neutre, entre phases ou phase/terre)	230	120
	Monophasé (entre phases)	400	240
	Monophasé (entre phases, 3 fils)	-	120/240
	Triphasé (4 fils) (réseau 230/400 V phase/neutre ou réseau 230 V entre phases)	230	-
Tripolaire	Triphasé (3 fils ou 4 fils) (réseau 400 V, 230/400 V ou 240 V)	400	240
Quadripolaire	Triphasé (4 fils) (réseau 230/400 V)	400	-

Dans l'IEC 60038, la valeur de tension du réseau de 230/400 V a été normalisée. Il convient que cette valeur remplace progressivement les valeurs de 220/380 V et 240/415 V.

À chaque fois que le présent document fait référence à 230 V ou 400 V, ces valeurs peuvent être lues 220 V ou 240 V, 380 V ou 415 V, respectivement.

À chaque fois que le présent document fait référence à 120 V, 120/240 V ou 240 V, ces valeurs peuvent être lues 100 V ou 100/200 V ou 200 V, respectivement.

À chaque fois que le présent document fait référence à 240 V triphasés, ces valeurs peuvent être lues 100 V ou 120/208 V.

5.3.2.3 Tension assignée d'isolement (U_i)

Sauf indication contraire, la tension assignée d'isolement est la valeur de la tension assignée maximale. La tension assignée maximale ne doit en aucun cas être supérieure à la tension assignée d'isolement.

5.3.2.4 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

La tension assignée de tenue aux chocs doit être supérieure ou égale aux valeurs normalisées des tensions assignées de tenues aux chocs du Tableau 3.

Tableau 3 – Tension assignée de tenue aux chocs en fonction de la tension nominale de l'installation

Tension assignée de tenue aux chocs ^a	Tension nominale de l'installation		
	Réseaux monophasés	Réseaux monophasés avec point milieu mis à la terre	Réseaux triphasés
U_{imp} kV	V	V	V
2,5	120	120/240	120/208
4	230	120/240, 240	230/400, 400

^a Valeurs du SSE déclarées avec la catégorie de surtension III conformément à l'IEC 60664-1:2020.

5.3.2.5 Courant assigné (I_n)

Les valeurs préférentielles du courant assigné sont les suivantes:

- pour le courant alternatif: 6 A, 8 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A et 125 A;
- pour le courant continu: à l'étude.

5.3.2.6 Valeur maximale du courant assigné

La valeur maximale du courant assigné du circuit principal est la suivante:

- pour le courant alternatif: 125 A (40 A pour les bornes sans vis);
- pour le courant continu: à l'étude.

5.3.2.7 Pouvoir assigné de fermeture et de coupure (I_m)

La valeur de crête du courant pendant la manœuvre de fermeture peut être supérieure à celle du courant en régime établi selon les caractéristiques du circuit d'essai (charges) et le moment de fermeture sur l'onde de tension.

Le pouvoir assigné de fermeture et de coupure doit:

- pour le SSE classé selon 4.10 a), être défini selon 5.3.3;
- pour le SSE classé selon 4.10 b), avoir une valeur assignée correspondant aux conditions les plus défavorables définies au 8.6.

Pour le courant alternatif, les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure sont exprimés par la valeur efficace de la composante alternative du courant assigné.

5.3.2.8 Fréquence assignée

Les valeurs normalisées de la fréquence assignée sont les suivantes: 50 Hz, 60 Hz ou 50/60 Hz.

5.3.2.9 Courant assigné de court-circuit conditionnel (I_{nc})

Pour le SSE à protéger par un dispositif de protection contre les courts-circuits (SCPD), les informations détaillées du SCPD doivent être fournies par le fabricant. Elles doivent inclure le type, les caractéristiques assignées et les caractéristiques.

- Valeurs normalisées pour I_{nc} jusqu'à 10 000 A: 1 500 A, 3 000 A, 4 500 A, 6 000 A, 10 000 A;

NOTE Les valeurs de 1 000 A, 2 000 A, 2 500 A, 5 000 A, 7 500 A et 9 000 A sont également considérées comme des valeurs normalisées dans certains pays.

- Valeurs de I_{nc} supérieures à 10 000 A jusqu'à et y compris 25 000 A: la valeur préférentielle est 20 000 A.

5.3.3 Catégories d'emploi

Les catégories d'emploi définissent les applications prévues du SSE et sont caractérisées par au moins l'une des conditions de service suivantes:

- le ou les courants exprimés en multiple(s) du courant assigné;
- la ou les tensions exprimées en multiple(s) de la tension assignée d'emploi;
- le facteur de puissance.

Les catégories d'emploi sont définies dans le Tableau 4. Elles sont caractérisées par les valeurs des courants, tensions, facteurs de puissance et autres données du Tableau 10 et du 8.7.3, et par les conditions d'essai spécifiées dans le présent document.

Le SSE peut entrer dans une ou plusieurs des catégories d'emploi données dans le Tableau 4 à une ou plusieurs tensions assignées d'emploi.

Les SSE attribués à une catégorie d'emploi ou à une combinaison de paramètres (les tension et courant opérationnels les plus élevés, etc.) peuvent être attribués à une autre catégorie d'emploi sans être soumis à l'essai, à condition que les courants, tensions, facteurs de puissance, nombre de cycles de manœuvre, temps ON et OFF d'essai donnés dans le Tableau 10 et au 8.7.3 et que le circuit d'essai pour la catégorie d'emploi attribuée ne soient pas plus sévères que ceux avec lesquels les SSE ont été soumis à l'essai, et que l'échauffement ait été vérifié à un courant supérieur ou égal au courant assigné attribué le plus élevé.

Tableau 4 – Catégories d'emploi

Type de courant	Catégorie d'emploi	Charges classiques
Courant alternatif	AC-7a	Charges légèrement inductives
	AC-7b	Charges de moteur ^a
	AC-7c	Commutation d'une commande de lampe à décharge électrique compensée ^b
NOTE 1 Les catégories sont fondées sur le Tableau 1 de l'IEC 61095:2009. NOTE 2 Courant continu: à l'étude. NOTE 3 Les catégories d'emploi de l'IEC 61095:2009 pour les contacteurs électromécaniques à usage domestique et similaire sont utilisées en référence, même si l'application du SSE ne relève pas des applications mentionnées dans le présent Tableau 4, mais que les caractéristiques semblent raisonnables pour ce type de conditions de service du SSE. Une nouvelle catégorie d'emploi pour les applications LED est à l'étude (voir l'IEC 61095:—¹, Tableau 1). ^a La catégorie AC-7b peut être utilisée pour des applications particulières avec une marche par à-coups (marche pas à pas) occasionnelle ou un freinage par inversion de phases pendant des durées limitées. Pendant ces durées limitées, il convient que le nombre de manœuvres ne dépasse pas 5/min ou plus de 10 sur une période de 10 min. Voir l'IEC 61095:2009. ^b Cette catégorie s'apparente à une catégorie de commutation capacitive AC-6b définie dans l'IEC 60947-4-1:2018 pour la commutation des batteries de condensateurs, la caractéristique dépendant largement de la valeur de capacité du circuit de la lampe.		

5.3.4 Caractéristiques des circuits de commande, y compris les interverrouillages électriques

5.3.4.1 Généralités

La commutation des sources peut reposer sur:

- la surveillance directe des sources par l'unité de commande du SSE lui-même; et/ou
- les signaux échangés avec les unités de commande d'autres systèmes de surveillance de source (EEMS, EESS, onduleur PV, systèmes de stockage en courant alternatif/courant continu, etc.).

Les caractéristiques des circuits de commande doivent être déclarées, selon le cas, en fonction:

- de l'écart de la source de tension assignée (U_d);
- de l'écart de fréquence de la source assignée (f_d);
- des limites de déphasage assignées (Ph_1).

L'écart de la source de tension assignée et l'écart de fréquence de la source assignée, le cas échéant, sont les valeurs sur lesquelles reposent les caractéristiques de fonctionnement et d'échauffement du SSE.

Pour l'alimentation, les caractéristiques suivantes doivent être déclarées, selon le cas:

- la ou les tensions assignées d'alimentation du circuit de commande (U_s);
- le ou les courants assignés d'alimentation du circuit de commande (I_s);
- la ou les fréquences assignées d'alimentation du circuit de commande ou courant continu;
- ou les valeurs minimale et maximale si une plage de fonctionnement est déclarée.

¹ Édition 3 de l'IEC 61095 actuellement en cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC CDV 61095:2022.

D'autres caractéristiques peuvent être spécifiées par les fabricants pour la surveillance des sources, telles que:

- la surveillance d'autres caractéristiques de qualité d'alimentation des sources;
- les signaux provenant des opérateurs de réseau de distribution;
- les signaux provenant du système de management de l'énergie électrique (EEMS) ou d'autres systèmes.

5.3.4.2 Valeurs assignées des alimentations des circuits de commande

Pour le R-SSE et le A-SSE, les valeurs minimale et maximale doivent être déclarées par le fabricant, selon le cas, pour:

- la tension assignée d'alimentation du circuit de commande (U_s);
- le courant assigné d'alimentation du circuit de commande (I_s);
- la ou les fréquences assignées d'alimentation du circuit de commande ou courant continu.

Ces valeurs doivent correspondre aux limites opérationnelles de l'unité de commande du SSE.

5.3.4.3 Valeurs assignées pour l'écart de la source et les limites de déphasage(s)

Pour le A-SSE, le fabricant doit indiquer:

- les écarts de la source de tension (U_d) et, le cas échéant, les écarts de fréquence de la source (f_d) et les limites de déphasage(s) (Ph_1) auxquelles il convient de déclencher les manœuvres de commutation;
- les tolérances en matière d'écart de tension, d'écart de fréquence et de limite de déphasage (selon le cas) doivent être spécifiées par le fabricant, mais ne doivent pas dépasser $\pm 10\%$;
- la nature des écarts: Courant alternatif ou courant continu (courant continu: à l'étude).

5.3.4.4 Autres caractéristiques de source surveillée

Si le SSE est en mesure de surveiller d'autres caractéristiques pour les manœuvres de commutation des sources d'alimentation, le fabricant doit déclarer le type de caractéristiques et, pour chaque caractéristique:

- les valeurs minimale et maximale surveillées par l'unité de commande, correspondant aux limites des manœuvres de commutation de la source du SSE;
- les valeurs d'écart et les tolérances auxquelles les manœuvres de commutation peuvent être déclenchées.

5.3.5 Caractéristiques des circuits auxiliaires

Si ces circuits sont utilisés avec les circuits auxiliaires définis par les Normes internationales IEC (l'IEC 62019 ou une norme similaire, par exemple), le fabricant doit préciser les caractéristiques pertinentes définies dans ces normes.

Le fabricant doit indiquer les caractéristiques de tous les circuits auxiliaires, selon le cas, par exemple:

- le type de circuits;
- les tensions assignées ou les valeurs assignées minimale et maximale;
- les courants assignés ou les valeurs assignées minimale et maximale;
- les fréquences assignées, les valeurs assignées minimale et maximale ou le courant continu.

Exemple 250 V/10 A max. 50/60 Hz courant alternatif, 200V/5 A max. courant continu.

5.4 Caractéristiques du C-SSE

5.4.1 Généralités

Le fabricant doit indiquer les caractéristiques des circuits principaux reposant sur les caractéristiques mentionnées de 5.4.2 à 5.4.4, selon le cas.

5.4.2 Caractéristiques des circuits principaux

5.4.2.1 Type de courant

La tension assignée d'emploi doit être spécifiée: Courant alternatif ou courant continu (courant continu: à l'étude).

5.4.2.2 Tension assignée d'emploi (U_e)

La tension assignée d'emploi doit être choisie comme suit:

- pour le SW-SSE, selon une norme correspondante de la série IEC 60669;
- pour le CB-SSE, conformément à l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2;
- pour le CT-SSE, conformément à l'IEC 61095:2009.

5.4.2.3 Tension assignée d'isolement (U_i)

La tension assignée d'isolement doit être choisie comme suit:

- pour le CB-SSE, conformément à l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2;
- pour le CT-SSE, conformément à l'IEC 61095:2009.

Pour le SW-SSE, la tension assignée d'isolement ne doit pas être prise en considération.

5.4.2.4 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

La tension assignée de tenue aux chocs doit être choisie comme suit:

- pour le CB-SSE, conformément à l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2;
- pour le CT-SSE, conformément à l'IEC 61095:2009.

Pour le SW-SSE, la tension assignée de tenue aux chocs ne doit pas être prise en considération.

5.4.2.5 Courant assigné (I_n)

Le courant assigné doit être choisi comme suit:

- pour le SW-SSE, selon une norme correspondante de la série IEC 60669;
- pour le CB-SSE, conformément à l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2;
- pour le CT-SSE, conformément à l'IEC 61095:2009.

5.4.2.6 Valeur maximale du courant assigné

La valeur maximale du courant assigné du circuit principal est la suivante:

- pour le courant alternatif: 125 A (40 A pour les bornes sans vis);
- pour le courant continu: à l'étude.

5.4.2.7 Pouvoir assigné de fermeture et de coupure (I_m)

Le pouvoir assigné de fermeture et de coupure doit être choisi comme suit:

- pour le SW-SSE, selon une norme correspondante de la série IEC 60669;
- pour le CB-SSE, conformément à l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2;
- pour le CT-SSE, conformément à l'IEC 61095:2009.

5.4.2.8 Fréquence assignée

La fréquence assignée doit être choisie comme suit:

- pour le SW-SSE, selon une norme correspondante de la série IEC 60669;
- pour le CB-SSE, conformément à l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2;
- pour le CT-SSE, conformément à l'IEC 61095:2009.

5.4.2.9 Courant assigné de court-circuit conditionnel (I_{nc})

Le courant assigné de court-circuit conditionnel doit être choisi comme suit:

- pour le SW-SSE, selon une norme correspondante de la série IEC 60669;
- pour le CT-SSE, conformément à l'IEC 61095:2009.

Pour le CB-SSE, le courant assigné de court-circuit conditionnel ne doit pas être pris en considération.

5.4.3 Catégories d'emploi

Les catégories d'emploi doivent être choisies conformément à l'IEC 61095:2009.

NOTE Pour le SW-SSE et le CB-SSE, les catégories d'emploi ne s'appliquent pas.

5.4.4 Caractéristiques des circuits de commande, y compris les interverrouillages électriques

Le fabricant doit indiquer les caractéristiques des circuits de commande sur la base du 5.3.4, selon le cas.

Si ces circuits sont utilisés avec les dispositifs de commande définis par les Normes internationales IEC (l'IEC 62019 ou une norme similaire, par exemple), le fabricant doit préciser les caractéristiques pertinentes définies dans ces normes.

5.4.5 Caractéristiques des circuits auxiliaires

Le fabricant doit indiquer les caractéristiques de tous les circuits auxiliaires comme suit:

- pour les circuits auxiliaires du SW-SSE, selon une norme correspondante de la série IEC 60669;
- pour les circuits auxiliaires du CB-SSE, selon une norme correspondante définie pour les disjoncteurs conformément à l'IEC 60898-1 ou à l'IEC 60898-2;
- pour les circuits auxiliaires du CT-SSE, conformément à l'IEC 61095:2009;
- ou sur la base du 5.3.5 du présent document, selon le cas.

6 Marquages et informations relatives au produit

L'identification du SSE doit satisfaire au Tableau 5.

**Tableau 5 – Exigences et position des marquages
et autres informations relatives au produit**

	Marquage ou élément d'information	Marquages sur le produit		Informations relatives au produit dans la documentation
		NC-SSE	C-SSE ^c	
a	Nom du fabricant ou marque	✓ ^b	✓ ^b	X
b	Désignation du type, numéro de catalogue ou numéro de série	✓ ^b	✓ ^b	X
c	Tension(s) assignée(s) et symbole correspondant à la nature de la ou des tensions ^a	✓ ^b		X
d	Courant assigné (I_n) ^a	✓ ^d	✓ ^d	X
e	Tension assignée de tenue aux chocs (pour CB-SSE et CT-SSE)			X
f	Fréquence assignée ^e	✓ ^b		X
g	Pouvoir assigné de fermeture et de coupure en ampères (I_m) ^a	✓ ^b		X
h	Degré de protection (seulement si différent d'IP 20)	✓ ^b	✓ ^b	X
i	Position/orientation d'utilisation, si nécessaire			X
j	Schéma de câblage, sauf si le mode de connexion correct est évident	✓ ^b	✓ ^b	X
k	Écarts de la source de tension et, selon le cas, les écarts de fréquence de la source et les limites de déphasage(s) ^a			X
l	Classe C-SSE (SW-SSE, CB-SSE ou CT-SSE)			X
m	Longueur de l'isolant à retirer avant l'insertion du conducteur dans la borne sans vis, selon le cas	X	X	X
n	Symbole "r" pour l'aptitude à accepter des conducteurs rigides seulement ^f	X	X	X
o	Méthode(s) de fonctionnement (M-SSE, R-SSE, A-SSE)			X
p	Indication des positions du ou des commutateurs	X		X
q	Caractéristiques du SCPD ^{a, g}			X
r	Courant assigné de court-circuit conditionnel (I_{nc}) ^{a, g}	✓ ^b		X
s	Tension(s) assignée(s) d'alimentation du circuit de commande, courant(s) assigné(s) d'alimentation du circuit de commande, fréquence assignée d'alimentation du circuit de commande et symbole correspondant à la nature de l'alimentation, selon le cas		✓ ^b	X
t	Application prévue (alimentation de secours ou gestion d'efficacité énergétique)			X
u	Méthode de couplage (synchronisation et/ou interverrouillage) et sens des manœuvres avec synchronisation, s'ils sont fournis			X
v	Type d'interverrouillage (mécanique ou électrique)			X
w	Type de transition (de coupure ou sans coupure)			X

	Marquage ou élément d'information	Marquages sur le produit		Informations relatives au produit dans la documentation
		NC-SSE	C-SSE ^c	
x	Aptitude à faire fonctionner les sources en parallèle (à l'étude) ou de manière séquentielle			X
y	Catégories d'emploi et courant(s) correspondant(s) ^a			X
z	Séquences de manœuvres, le cas échéant			X
X: s'applique. V: visible après l'installation. ^a Pour chaque unité, le cas échéant, par exemple pour chaque unité de coupure si leurs caractéristiques assignées sont différentes. ^b Si, pour les petits dispositifs, l'espace disponible est insuffisant, ces marquages peuvent ne pas être visibles. ^c Marquages de l'unité de commande (pour les unités de coupure, les marquages de la norme correspondante s'appliquent). ^d Marquage de l'interverrouillage. ^e Le SSE présentant plusieurs fréquences assignées (50/60 Hz, par exemple) doit être marqué en conséquence. ^f Les bornes externes des conducteurs en cuivre sans marquage sont considérées comme adaptées aux conducteurs rigides et aux conducteurs souples. ^g Pour le NC-SSE et pour le C-SSE, classe SW-SSE et CT-SSE.				

Si le SSE comporte des fonctions intégrées couvertes par d'autres normes (protection contre les surintensités, par exemple), l'identification de ces fonctions doit satisfaire aux normes correspondantes. Les normes pertinentes doivent être indiquées par les fabricants dans la documentation technique.

Une indication correcte des bornes pour les sources et les charges doit être fournie.

Les bornes destinées au conducteur de protection, le cas échéant, doivent être indiquées par le symbole  (IEC 60417-5019:2006-08).

Si le C-SSE est livré au client démonté ou en partie monté, le fabricant doit donner les instructions de montage et de mise en service corrects du SSE nécessaires à son bon fonctionnement.

Les marquages doivent être clairement lisibles, durables et indélébiles. Ils ne doivent pas être placés sur les vis, rondelles ou autres parties amovibles.

La vérification est effectuée par examen et par les essais du 9.2. Les marquages réalisés par impression, moulage ou gravure ne sont pas soumis à cet essai.

7 Conditions normalisées de fonctionnement en service

7.1 Généralités

Le SSE conforme au présent document doit être en mesure de fonctionner dans les conditions normalisées suivantes.

Pour le C-SSE, l'Article 7 s'applique également, sauf pour les unités de coupure et les unités auxiliaires qui sont déjà couvertes par la série IEC 60669 (pour le SW-SSE), par l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2 (pour le CB-SSE) ou par l'IEC 61095:2009 (pour le SWSSE), selon le cas.

Toutefois, le présent Article 7 s'applique à l'ensemble du système du C-SSE pour les exigences et essais de fonctionnement en service (voir 8.7 et 9.11).

7.2 Plage de températures ambiantes en utilisation normale

Le SSE est adapté à une utilisation normale à des températures ambiantes qui ne dépassent normalement pas 40 °C, avec une valeur moyenne sur 24 h ne dépassant pas 35 °C et une limite inférieure de température de l'air ambiant de –5 °C.

NOTE 1 Cette plage de températures correspond à "AA4" du Tableau 51A de l'IEC 60364-5-51:2005 avec une température de l'air élevée limitée à 40 °C.

Le matériel destiné à être utilisé à des températures de l'air ambiant supérieures à +40 °C (en particulier dans les pays tropicaux) ou inférieures à –5 °C peut être spécialement conçu ou être utilisé selon les informations données par les fabricants dans leur documentation technique.

7.3 Humidité relative

Sauf spécification contraire, l'humidité relative maximale de l'air ne dépasse pas 50 % à la température de 40 °C.

Des valeurs d'humidité relative plus élevées sont admises à des températures inférieures (90 % à 20 °C, par exemple).

Il convient de veiller par des moyens appropriés (des orifices de vidange, par exemple) à conserver une condensation modérée qui peut occasionnellement se produire en raison des variations de température.

7.4 Altitude

Sauf spécification contraire, le SSE est destiné à être installé à une altitude maximale de 2 000 m (6 600 pieds).

Pour des installations à des altitudes plus élevées, il est nécessaire de tenir compte de la réduction de la rigidité diélectrique et de l'effet de refroidissement de l'air. Le matériel destiné à être ainsi utilisé doit être spécialement conçu ou utilisé dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur. Les informations données dans la documentation technique des fabricants peuvent tenir lieu de ce type d'accord.

7.5 Conditions d'installation

Le SSE doit être installé conformément aux instructions du fabricant.

7.6 Degré de pollution

Le SSE qui satisfait au présent document est prévu pour un environnement de degré de pollution 2, c'est-à-dire ne faisant normalement l'objet que d'une pollution non conductrice. Toutefois, une conductivité temporaire occasionnelle provoquée par la condensation peut être attendue.

8 Exigences en matière de construction et de fonctionnement

8.1 Généralités

Le SSE qui satisfait au présent document doit être en mesure de fonctionner selon les exigences du présent Article 8. Le SSE doit être en mesure:

- de commuter les sources selon un ou plusieurs des cas d'utilisation suivants, tels que déclarés:
 - entre une source (source locale ou réseau de distribution, par exemple) et une autre source (source locale alternative, par exemple);
 - entre le mode connecté (c'est-à-dire raccordé au réseau de distribution) et le mode en réseau séparé (source locale ou stockage local, par exemple);
 - entre le mode en réseau séparé et le mode connecté;

NOTE 1 Des exigences supplémentaires peuvent être nécessaires pour le SSE lorsqu'il est utilisé pour la fonction "appareil de connexion pour l'îlotage" (SDFI).

- et/ou pour charger les batteries à partir de sources de production locales et/ou à partir du réseau.

Le SSE doit être classé selon l'Article 4. Selon la classification déclarée,

- pour le NC-SSE, l'Article 8 du présent document s'applique à toutes les unités concernées;
- pour le C-SSE, l'Article 8 du présent document:
 - ne s'applique pas, sauf spécification contraire, aux unités de coupure déjà couvertes par:
 - i) la série IEC 60669 (pour le SW-SSE), ou
 - ii) l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2 (pour le CB-SSE), ou
 - iii) l'IEC 61095:2009 (pour le CT-SSE);
 - s'applique, sauf spécification contraire, aux unités de commande;
 - s'applique à toutes les autres unités et aux accessoires de connexion, selon le cas et s'ils ne sont pas déjà couverts par une norme pertinente (les moyens d'interverrouillage, par exemple), livrés montés en usine ou à monter sur site (voir les figures de la Figure 3 à la Figure 5, par exemple);
 - s'applique à l'ensemble du réseau à chaque fois que cela est indiqué dans les articles correspondants (exigences relatives au fonctionnement en service, par exemple).

L'application des paragraphes respectifs est définie à l'Annexe D, Tableau D.1.

NOTE 2 Ces exceptions concernant le C-SSE visent à éviter de procéder à de nouveaux essais sur des unités déjà couvertes par une norme pertinente comme cela est indiqué ci-dessus.

8.2 Conception mécanique

8.2.1 Généralités

Le SSE ne doit pas mettre l'utilisateur ou son environnement en danger, et son utilisation doit être fiable.

Si des caractéristiques assignées différentes sont déclarées pour la position I et la position II, chaque position doit être soumise à l'essai en conséquence.

8.2.2 Exigences de construction

8.2.2.1 Exigences mécaniques pour les moyens d'isolation

Les revêtements isolants, barrières et éléments similaires doivent présenter une résistance mécanique adaptée et doivent être sécurisés de manière fiable.

La vérification est effectuée par examen après les essais du 9.3.1.

8.2.2.2 Exigences d'installation

Le SSE doit être construit de manière à permettre:

- une connexion aisée et fiable des conducteurs aux bornes;

NOTE 1 Les bornes à serrage sous tête de vis conformes au 8.2.6 sont considérées comme adaptées à une connexion fiable des conducteurs.

- une installation aisée dans des enveloppes ou une fixation au mur.

NOTE 2 Cette exigence n'implique pas que les parties métalliques des bornes soient nécessairement protégées par des barrières isolantes ou des épaulements isolants, afin d'éviter tout contact avec l'isolation du conducteur, dû à une installation incorrecte des parties métalliques de la borne.

Le SSE pour pose en saillie doit être construit de sorte que les moyens de fixation n'endommagent pas l'isolation des câbles pendant l'installation.

La vérification est effectuée par examen et par un essai d'installation à l'aide de conducteurs présentant la section plus importante spécifiée, pour les plages de courants assignées pertinentes, données dans le Tableau 6.

NOTE 3 Pour le SSE pour pose en saillie, monté sur une plaque de montage, une voie de câblage peut s'avérer nécessaire pour satisfaire à cette exigence.

Tableau 6 – Sections (S) des conducteurs d'essai en cuivre correspondant aux courants assignés

S mm ²	Valeurs du courant assigné I_n A
1	$I_n \leq 6$
1,5	$6 < I_n \leq 13$
2,5	$13 < I_n \leq 20$
4	$20 < I_n \leq 25$
6	$25 < I_n \leq 32$
10	$32 < I_n \leq 50$
16	$50 < I_n \leq 63$
25	$63 < I_n \leq 80$
35	$80 < I_n \leq 100$
50	$100 < I_n \leq 125$
NOTE Pour la correspondance entre les conducteurs en cuivre ISO et AWG, voir l'Annexe B.	

De plus, pour le SSE qui comporte des bornes sans vis, les moyens de connexion et/ou de déconnexion des bornes sans vis ne peuvent pas être activés par les conducteurs pendant et après l'installation.

NOTE 4 Cette exigence n'implique pas que les conducteurs ne peuvent pas entrer en contact avec les moyens de connexion et/ou de déconnexion.

NOTE 5 Cette exigence peut être satisfaite par la mise en place des moyens de connexion et/ou de déconnexion et/ou par l'utilisation de barrières ou d'épaulements de protection placés autour des moyens de connexion et/ou de déconnexion.

La vérification est effectuée par examen et, en cas de doute, par les essais du 9.3.2.

8.2.2.3 Fixations des couvercles, plaques de fermeture et organes de manœuvre

Les couvercles, plaques de fermeture et organes de manœuvre ou leurs parties, destinés à assurer la protection contre les chocs électriques, doivent être maintenus en place en au moins deux points par une fixation efficace.

Les couvercles, plaques de fermeture et organes de manœuvre ou leurs parties peuvent être fixés par une seule fixation (une vis, par exemple) à condition d'être maintenus en place par d'autres moyens (un épaulement, par exemple).

Il est recommandé que les fixations des couvercles, des plaques de fermeture ou des organes de manœuvre soient captives. L'utilisation des rondelles ajustées du carton ou d'éléments analogues est par hypothèse une méthode adaptée pour serrer les vis destinées à être captives.

Les parties métalliques non mises à la terre, séparées des parties actives de manière à respecter les valeurs des lignes de fuite et distances d'isolement dans l'air spécifiées dans le Tableau 7, ne sont pas considérées comme accessibles si les exigences du 8.2.2.3 sont satisfaites.

La vérification est effectuée conformément au 9.3.3.

8.2.2.4 Fixation des boutons

Les boutons et éléments analogues doivent être fixés de manière fiable de façon à ne pas se desserrer en utilisation normale, si le desserrage peut engendrer un danger. Si les boutons ou éléments analogues sont utilisés à titre indicatif, il ne doit pas être possible de les régler dans une mauvaise position si cela peut engendrer un danger.

Cet essai n'est pas exigé si la protection contre les chocs électriques selon 8.3 est assurée et si l'isolation selon 8.2.4 et 8.4 est maintenue lors du retrait des boutons (ou éléments analogues). Dans ce cas, les exigences du présent paragraphe 8.2.2.4 sont considérées comme satisfaites.

La vérification est effectuée par examen et par les essais du 9.3.4.

8.2.2.5 Moyens de montage

Les vis ou autres moyens de montage du SSE sur une surface ou dans une enveloppe doivent être aisément accessibles. Ces moyens ne doivent pas servir à d'autres besoins de fixation.

La vérification est effectuée par examen, et si nécessaire, par un essai manuel destiné à évaluer l'accessibilité des moyens de montage, par exemple, à l'aide d'un tournevis pour accéder aux vis ou d'un outil similaire tel que prévu.

8.2.2.6 Accessoires

Les accessoires combinés au SSE ou à utiliser avec le SSE, le cas échéant, doivent satisfaire:

- à leur norme correspondante, ou
- au présent document, en l'absence de norme correspondante.

8.2.3 Mécanisme et moyens de manœuvre

8.2.3.1 Généralités

Quel que soit son mode de manœuvre (voir 4.6), son état (mode automatique, commandé à distance ou pas, par exemple) ou sa construction (C-SSE ou NC-SSE), il doit toujours être possible:

- de connaître précisément l'état de fonctionnement du SSE;
- de prendre en charge le mode automatique ou le mode de commande à distance pour commander manuellement le SSE en local, sauf s'il est équipé d'un mode de fonctionnement de base.

L'état du SSE doit être clairement indiqué par des moyens appropriés prévus à cet effet et être fiable.

L'état du mode du SSE en mode automatique et du SSE commandé à distance doit également être indiqué par des moyens d'indication locaux.

Pour le NC-SSE, la vérification est effectuée par tous les essais du 8.2.3.2 au 8.2.3.8, selon le cas, et par l'examen des indicateurs d'état.

Pour le C-SSE, la vérification est effectuée selon 8.2.3.8.

8.2.3.2 Indication de la position

Le cas échéant, l'organe de manœuvre du SSE, lorsqu'il est libéré, doit automatiquement prendre la position correspondant à celle des contacts mobiles.

La vérification est effectuée par examen et par un essai manuel.

8.2.3.3 Position de repos

Le SSE avec contacts mobiles doit être construit de sorte que les contacts mobiles puissent reposer uniquement en position "ON" (positions fermées) et, le cas échéant, en position "OFF" (position ouverte). Aucune position intermédiaire n'est admise pour la position de repos.

NOTE Le SSE peut avoir 1, 2 ou plusieurs positions "ON".

La vérification est effectuée par examen et par des essais manuels.

8.2.3.4 Fermeture et coupure du pôle neutre

Si le pôle neutre est commuté, la commutation du pôle neutre du SSE quadripolaire ne doit pas se fermer et ne doit pas s'ouvrir avant les autres pôles.

La vérification est effectuée par examen et par un essai manuel, à l'aide de moyens appropriés (voyants lumineux, oscilloscope, etc.).

8.2.3.5 Action du mécanisme sans couvercle ni plaque de fermeture

L'action du mécanisme ne doit pas être influencée par la position des enveloppes ou des couvercles et doit être indépendante de toute partie amovible.

La vérification est effectuée par connexion de l'éprouvette (échantillon), sans couvercle ni plaque de fermeture, en série avec une lampe et par appui sur l'organe de manœuvre sans forcer comme en utilisation normale. Pendant l'essai, la lampe ne doit pas scintiller.

NOTE Un couvercle scellé en position par le fabricant est considéré comme une partie non amovible.

8.2.3.6 Fixations et retrait des moyens de manœuvre

Si le couvercle est utilisé comme moyen de guidage pour les boutons-poussoirs ou éléments analogues, il ne doit pas être possible de les retirer depuis l'extérieur du SSE.

Les moyens de manœuvre doivent être fermement fixés, et il ne doit pas être possible de les retirer sans l'aide d'un outil. Des moyens de manœuvre directement fixés aux couvercles sont admis.

La vérification est effectuée par examen et par un essai manuel.

8.2.3.7 Verrouillage

Lorsque des moyens mécaniques sont prévus ou spécifiés par le fabricant pour verrouiller les moyens de manœuvre en position ouverte, le verrouillage dans cette position doit uniquement être possible lorsque les contacts principaux sont en position ouverte.

La vérification est effectuée par examen, en prenant en considération les instructions du fabricant.

8.2.3.8 Indicateurs d'état

L'indication correcte de ces moyens est vérifiée comme suit:

- *au moins, pendant 3 cycles au début et à la fin des essais selon 9.10 (pour le NC-SSE uniquement);*
- *pendant les essais selon 9.11.2 et 9.11.3 (selon le cas pour les essais du 9.11.3.6);*
- *pendant au moins 3 cycles au début et à la fin des essais selon 9.11.4.*

8.2.4 Distances d'isolement dans l'air, lignes de fuite et distances à travers un matériau d'étanchéité

8.2.4.1 Généralités

Les distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite minimales exigées sont données dans le Tableau 7, qui repose sur un SSE conçu pour fonctionner dans un environnement présentant un degré de pollution 2.

Les parties de cartes de circuit imprimé connectées aux parties actives et protégées contre la pollution par une protection de type 2 conformément à l'IEC 60664-3 sont exemptées de cette vérification.

Les matériaux isolants sont classés dans des groupes de matériaux en fonction de leur indice de résistance au cheminement (IRC) conformément à l'IEC 60664-1:2020.

NOTE 1 L'indice de résistance au cheminement (IRC) est déclaré par le fabricant sur la base des essais effectués sur le matériau isolant.

NOTE 2 Des informations relatives aux exigences de conception de l'isolation solide sont données dans l'IEC 60664-1:2020.

Pour les distances d'isolement dans l'air sur le matériau pour circuit imprimé, la note c du Tableau F.2 de l'IEC 60664-1:2020 s'applique. Pour les lignes de fuite sur le matériau pour circuit imprimé, les distances du Tableau F.5 de l'IEC 60664-1:2020 pour le degré de pollution 1 peuvent être appliquées uniquement s'il est protégé par un revêtement qui satisfait aux exigences et essais de l'IEC 60664-3.

Tableau 7 – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite minimales

	Distances d'isolement dans l'air minimales ^j			Lignes de fuite minimales ^{e, f, j}											
	mm			mm											
				Groupe IIIa ^h			Groupe II			Groupe I					
				(175 V ≤ IRC < 400 V) ^d			(400 V ≤ IRC < 600 V) ^d			(600 V ≤ IRC) ^d					
	<i>U_{imp}</i>			Tension de service ^e											
	[V]			[V]											
	2,5 kV	4 kV	4 kV												
Description de l'élément	120/240 120	120/240 240	230/400 230 400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400
1. entre les parties actives qui sont séparées lorsque les contacts principaux sont en position ouverte ^a	1,5	3,0	3,0	1,2	2,0	4,0	4,0	0,9	2,0	4,0	4,0	0,6	2,0	4,0	4,0
2. entre les parties actives de polarité différente ^a	1,5	3,0	3,0	1,2	1,5	3,0	4,0	0,9	1,5	3,0	3,0	0,6	1,5	3,0	3,0
3. entre les circuits alimentés par différentes sources, dont l'une est TBTP ou TBTS ^g	3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0
				Tension assignée											
				[V]											
				120/240	230/400	120/240	230/400	120/240	230/400	120/240	230/400	120/240	230/400	120/240	230/400
4. entre les parties actives et															
– surfaces accessibles des moyens de manœuvre															
– vis ou autres moyens de fixation des couvercles qui doivent être retirés lors du montage du SSE															
– la surface sur laquelle le SSE est monté ^b	1,5	3,0	3,0	1,5		4,0		1,5		3,0		1,5			3,0
– vis ou autres moyens de fixation du SSE ^b															
– couvercles ou boîtiers métalliques ^b															
– autres parties métalliques accessibles ^c															
– cadres métalliques supportant le SSE pour pose encastrée;															

Les valeurs indiquées pour 400 V sont également valables pour 440 V.

Les parties du chemin de neutre, le cas échéant, sont considérées comme des parties actives.

Il convient de veiller à fournir les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite appropriées entre les parties actives de polarité différentes du SSE.

a	Pour les contacts auxiliaires et de commande, les valeurs sont données dans la norme pertinente.
b	Les valeurs sont doublées si les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite entre les parties actives du dispositif et l'écran métallique ou la surface sur laquelle le SSE est monté ne dépendent pas de la conception du SSE uniquement, de manière à pouvoir les réduire lorsque le SSE est monté dans les conditions les plus défavorables.
c	Y compris une feuille métallique en contact avec les surfaces du matériau isolant accessibles après l'installation pour une utilisation normale. La feuille est poussée dans les coins, rainures, etc., au moyen d'un doigt d'essai droit disjoint (voir la Figure 20).
d	Voir l'IEC 60112.
e	Une interpolation est admise pour déterminer les lignes de fuite correspondant aux valeurs de tension intermédiaires à celles répertoriées comme tension de service. Une interpolation linéaire doit alors être utilisée, et les valeurs doivent être arrondies au même nombre de chiffres que les valeurs prélevées dans le présent tableau. Pour la détermination des lignes de fuite, voir l'Annexe C.
f	Les lignes de fuite ne peuvent pas être inférieures aux distances d'isolement dans l'air associées.
g	Pour couvrir la totalité des tensions différentes, y compris la très basse tension (TBT) dans un contact auxiliaire.
h	Pour le groupe de matériau IIIb ($100 \text{ V} \leq \text{IRC} < 175 \text{ V}$), les valeurs du groupe de matériau IIIa multipliées par 1,6 s'appliquent.
i	Pour les tensions de service jusques et y compris 25 V, il peut être fait référence à l'IEC 60664-1:2020.
j	Valeurs du SSE déclarées avec la catégorie de surtension III conformément à l'IEC 60664-1:2020.

8.2.4.2 Distances d'isolement dans l'air

La vérification de l'élément 1 du Tableau 7 est effectuée par des mesures selon 9.4.

Les distances d'isolement dans l'air des éléments 2 et 4 du Tableau 7 (à l'exception de la surface accessible après l'installation, voir la Note ci-dessous au 8.2.4.2) peuvent être réduites, à condition que les distances d'isolement dans l'air mesurées ne soient pas plus courtes que les valeurs minimales admises dans l'IEC 60664-1:2020 pour des conditions de champ homogène.

NOTE Une surface accessible après l'installation est une surface à laquelle l'utilisateur a accès lorsque le SSE est installé selon les instructions du fabricant. Le doigt d'essai peut être appliqué afin de déterminer si une surface est accessible ou pas.

La vérification des éléments 2 et 4 du Tableau 7 est effectuée par des mesures selon 9.4 et, si les distances d'isolement dans l'air sont réduites, par les essais du 9.8.6.2.

La vérification de l'élément 3 du Tableau 7 est effectuée par des mesures selon 9.4.

8.2.4.3 Lignes de fuite

La vérification des éléments 1, 2, 3 et 4 est effectuée par des mesures selon 9.4.

Tous les mesures selon 8.2.4 sont effectués dans la séquence d'essais A sur un échantillon. Les essais selon 9.8.3, 9.8.4, 9.8.5, et 9.8.6 sont effectués dans la séquence d'essais C sur trois échantillons selon le Tableau D.1.

8.2.4.4 Isolation solide

La vérification est effectuée par les essais des 9.8.3, 9.8.4, 9.8.5 et 9.8.6, selon le cas.

8.2.4.5 Composé isolant

Le composé isolant ne doit pas déborder de la cavité qui le contient.

La vérification est effectuée par examen.

8.2.5 Vis, parties transportant le courant et connexions

8.2.5.1 Généralités

Les connexions, qu'elles soient électriques ou mécaniques, doivent résister aux contraintes mécaniques qui se produisent dans le cadre d'une utilisation normale.

Les vis utilisées lors du montage du SSE pendant l'installation ne doivent pas être des vis autotaraudeuses à découpe de matière.

NOTE 1 Les vis ou écrous utilisés lors du montage du SSE incluent les vis de fixation des couvercles ou des plaques de fermeture-, mais pas les moyens de connexion des conduits vissés et les vis de fixation de la base d'un SSE.

NOTE 2 Les connexions vissées sont considérées comme vérifiées par les essais des 9.9, 9.12 et 9.15.

La vérification est effectuée par examen et par des essais manuels selon 8.2.5.2, 8.2.5.3 et 8.2.5.4, selon le cas, et, pour des vis et des écrous utilisés pour la connexion du SSE, par les essais du 9.5.

8.2.5.2 Vis en prise avec un filetage de matériau isolant

Pour les vis en prise avec un filetage de matériau isolant et qui sont manœuvrées lors du montage du SSE pendant l'installation, l'introduction correcte de la vis dans le trou de vis ou dans l'écrou doit être assurée.

La vérification est effectuée par examen et par un essai manuel.

L'exigence relative à l'introduction correcte est satisfaite si l'introduction oblique de la vis est empêchée, par exemple, en guidant la vis par la partie à fixer, par un évidement dans le filetage femelle ou par l'utilisation d'une vis dont le filetage de début a été retiré.

8.2.5.3 Connexions électriques

Les connexions électriques doivent être conçues de manière à ne pas transmettre la pression de contact à travers le matériau isolant autre que la céramique, le mica pur ou autre matériau qui présente des caractéristiques au moins équivalentes, à moins que les parties métalliques ne possèdent une élasticité suffisante pour compenser tout rétrécissement ou fléchissement éventuel du matériau isolant.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE L'aptitude du matériau est prise en considération en ce qui concerne la stabilité des dimensions.

8.2.5.4 Parties transportant le courant

Les parties transportant le courant, y compris les parties destinées aux conducteurs de protection, lorsqu'ils existent, doivent être constituées d'un métal présentant, dans les conditions qui se produisent dans le matériel, une résistance mécanique, une conductivité électrique et une résistance à la corrosion adaptées à leur utilisation prévue.

Des exemples de matériaux adaptés sont donnés ci-dessous:

- le cuivre;
- un alliage qui contient au moins 58 % de cuivre pour les parties travaillées à froid ou d'au moins 50 % de cuivre pour les autres parties;
- un autre métal ou un métal enrobé, qui présente une résistance à la corrosion au moins équivalente à celle du cuivre et dont les propriétés mécaniques ne sont pas moins adaptées.

Si des alliages ferreux ou des alliages ferreux correctement enrobés sont utilisés, la vérification en matière de résistance à la corrosion est effectuée par un essai de résistance à la corrosion par la rouille selon 9.14.

Les exigences du présent paragraphe 8.2.5.4 ne s'appliquent pas aux contacts, circuits magnétiques, éléments chauffants, bimétaux, shunts, parties de dispositifs électroniques, ni aux vis, écrous, rondelles, plaquettes, parties similaires des bornes et parties du circuit d'essai.

La vérification est effectuée par examen selon la documentation du fabricant.

8.2.6 Bornes pour conducteurs externes

8.2.6.1 Les bornes pour conducteurs externes doivent être conçues de sorte que les conducteurs puissent être connectés de manière à assurer le maintien en permanence de la pression de contact nécessaire.

Les dispositifs de connexion destinés à la connexion des barres omnibus sont admissibles, à condition qu'ils ne soient pas utilisés pour la connexion des câbles.

Ces dispositifs peuvent être soit du type enfichable, soit du type boulonné.

Les bornes doivent être accessibles dans les conditions prévues d'utilisation.

La vérification est effectuée par examen, par les essais du 9.6 pour les bornes à vis, et par les essais de l'IEC 62873-3-1 pour les bornes de type sans vis, en fonction du type de connexion.

8.2.6.2 Le SSE doit être équipé de:

- bornes qui doivent assurer la connexion des conducteurs en cuivre qui présentent les sections nominales indiquées dans le Tableau 8; ou
- bornes pour conducteurs externes en aluminium non traité, ainsi que bornes à vis en aluminium pour une utilisation avec des conducteurs en cuivre ou en aluminium conformément à l'IEC 62873-3-3.

Tableau 8 – Sections raccordables des conducteurs en cuivre pour borne à vis

Courant assigné ^{a)} A		Plage de la section nominale à serrer ^{b)} mm ²	
Supérieure à	Jusques et y compris	Conducteurs rigides (massifs ou câblés ^{c)})	Conducteurs souples
6	6	0,75 à 1,5	0,75 à 1,5
13	13	1 à 2,5	1 à 2,5
16	16	1 à 4	1 à 4
25	25	1,5 à 6	1,5 à 6
32	32	2,5 à 10	2,5 à 6
50	50	4 à 16	4 à 10
80	80	10 à 25	10 à 16
100	100	16 à 35	16 à 25
	125	25 à 50	25 à 35

NOTE Des informations sur AWG sont fournies à l'Annexe B.

^{a)} Une plage de SSE de même conception fondamentale et de même conception et construction de bornes. Les bornes sont équipées de conducteurs en cuivre de la plus petite section pour le courant minimal assigné et de la plus grande section pour le courant maximal assigné, comme cela est spécifié, massifs et câblés, selon le cas.

^{b)} Il est exigé que, pour les courants assignés inférieurs ou égaux à 50 A, les bornes soient conçues pour serrer les conducteurs massifs, ainsi que les conducteurs câblés rigides. Néanmoins, il est admis que les bornes pour les conducteurs dont les sections sont comprises entre 1 mm² et 6 mm² inclus, soient conçues de manière à serrer uniquement les conducteurs massifs.

^{c)} Les conducteurs câblés rigides doivent être utilisés pour les conducteurs dont les sections sont comprises entre 1,5 mm² et 50 mm² inclus, et doivent être conformes à la Classe 2 de l'IEC 60228, relative aux conducteurs câblés pour monoconducteur.

La vérification est effectuée par examen, par mesurage et par adaptation, à son tour, d'un conducteur de la plus petite section d'un conducteur de la plus grande section, comme cela est spécifié dans le Tableau 8.

8.2.6.3 Les moyens de serrage des conducteurs dans les bornes ne doivent pas servir à fixer tout autre composant, même s'ils peuvent maintenir les bornes en place ou les empêcher de pivoter.

La vérification est effectuée par examen.

8.2.6.4 Les bornes pour courants assignés jusques et y compris 32 A doivent permettre de connecter les conducteurs sans préparation particulière.

La vérification est effectuée par examen.

Le terme "préparation particulière" couvre le soudage du fil du conducteur, l'utilisation de cosses, la formation d'œillets, etc., mais pas la reformation du conducteur avant son introduction dans la borne ou la torsion d'un conducteur souple pour consolider l'extrémité.

8.2.6.5 Les bornes doivent présenter une résistance mécanique adaptée.

Les vis et écrous de serrage des conducteurs doivent avoir un filetage métrique ISO ou un filetage comparable en ce qui concerne le pas et la résistance mécanique.

La vérification est effectuée par examen et par les essais du 9.5 et 9.6.2.

8.2.6.6 Les bornes doivent être conçues de manière à serrer le conducteur sans l'endommager outre mesure.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai du 9.6.3.

8.2.6.7 Les bornes doivent être conçues de manière à serrer le conducteur de manière fiable et entre les surfaces métalliques.

La vérification est effectuée par examen et par les essais du 9.5 et 9.6.2.

8.2.6.8 Les bornes doivent être conçues ou positionnées de sorte que ni un conducteur massif rigide ni un fil d'un conducteur câblé ne puissent glisser lors du serrage des vis ou écrous de serrage.

Cette exigence ne s'applique pas aux bornes pour cosses et barrettes.

La vérification est effectuée par l'essai du 9.6.4.

8.2.6.9 Les bornes doivent être fixées ou placées de telle sorte que, lorsque les vis ou les écrous de serrage sont serrés ou desserrés, leurs fixations ne se desserrent pas.

Ces exigences n'impliquent pas que les bornes doivent être conçues de manière à éviter leur rotation ou leur déplacement, mais tout mouvement doit être suffisamment limité pour empêcher une non-conformité aux exigences du présent document.

L'utilisation d'un matériau ou d'une résine d'étanchéité est considérée comme suffisante pour empêcher le desserrage d'une borne, à condition que

- le matériau ou la résine d'étanchéité ne soit pas soumis(e) à une contrainte lors d'une utilisation normale;

- l'efficacité du matériau ou de la résine d'étanchéité ne soit pas altérée par les températures atteintes par la borne dans les conditions les plus défavorables spécifiées dans le présent document.

La vérification est effectuée par examen, par mesurage et par l'essai du 9.5.

8.2.6.10 Les vis ou écrous de serrage des bornes destinées à la connexion des conducteurs de protection doivent être correctement protégés contre le desserrage accidentel, et il ne doit pas être possible de les desserrer sans l'aide d'un outil.

La vérification est effectuée par un essai manuel.

8.2.6.11 Les vis et écrous des bornes destinées à la connexion de conducteurs externes doivent être en prise avec un filetage métallique, et les vis ne doivent pas être des vis autotaraudeuses.

La vérification est effectuée par examen.

8.3 Protection contre les chocs électriques

Les parties actives du SSE ne doivent pas être accessibles lorsqu'il est monté et câblé comme en utilisation normale, même après le retrait des parties qui peuvent être déposées sans l'aide d'un outil.

Une partie est considérée comme accessible si elle peut être touchée par le doigt d'essai (voir 9.7).

Les parties externes autres que les vis ou les autres moyens de fixation des couvercles et des étiquettes, et qui sont accessibles lorsqu'elles sont montées et câblées comme en utilisation normale, doivent être constituées ou revêtues d'un matériau isolant, sauf si les parties actives se trouvent à l'intérieur d'une enveloppe interne de matériau isolant.

Les revêtements doivent être fixés de manière à ne pas être susceptibles d'être perdus pendant l'installation. Ils doivent présenter une épaisseur et une résistance mécanique adaptées et doivent assurer une protection efficace au niveau des arêtes vives.

Les entrées de câbles ou de conduites doivent être constituées d'un matériau isolant ou être équipées de traversées ou de dispositifs analogues en matériau isolant. Ce type de matériel doit être fixé de manière fiable et sa résistance mécanique doit être adaptée.

Les boutons-poussoirs et éléments analogues doivent être constitués d'un matériau isolant. Les moyens de manœuvre métalliques, le cas échéant, doivent être isolés des parties actives et leurs parties conductrices exposées doivent être recouvertes d'un matériau isolant.

La vérification est effectuée par examen et par les essais du 9.7.

8.4 Propriétés diélectriques

8.4.1 Généralités

Le SSE doit présenter les propriétés diélectriques adaptées à son utilisation prévue.

8.4.2 Propriétés diélectriques

La résistance d'isolement et la rigidité diélectrique du SSE doivent être adéquates.

La vérification est effectuée par les essais du 9.8.3 au 9.8.6.

8.5 Échauffement

Le SSE doit être construit de sorte que l'échauffement en utilisation normale ne soit pas excessif.

L'oxydation ou toute autre détérioration ne doivent pas altérer les parties métalliques et la conception des contacts.

NOTE La corrosion n'est pas concernée.

La vérification du NC-SSE est effectuée par les essais du 9.9. L'échauffement des différentes parties du SSE, y compris les circuits de commande et les autres moyens qui font partie intégrante du SSE, ne doit pas dépasser les valeurs du Tableau 9.

NOTE Pour le C-SSE, les unités de coupure sont par hypothèse conformes aux normes de produit IEC correspondantes (voir 4.2 et 8.1). Par conséquent, les échauffements des unités de coupure du C-SSE sont par hypothèse suffisamment couverts par leurs normes et par les essais de performances selon 9.11 du présent document.

Tableau 9 – Valeurs d'échauffement

Parties ^a	Échauffement K
Bornes pour connexions externes ^b	60
Parties externes susceptibles d'être touchées lors du fonctionnement manuel du SSE, y compris les moyens de fonctionnement en matériau isolant et les moyens métalliques de couplage des moyens de fonctionnement isolés de plusieurs pôles	40
Parties externes métalliques des moyens de fonctionnement	25
Autres parties externes, y compris la face du SSE en contact direct avec la surface de montage	60
^a Aucune valeur n'est spécifiée pour les parties autres que celles énumérées, mais aucun dommage ne doit être occasionné aux parties adjacentes des matériaux isolants, et le fonctionnement de l'unité de coupure ne doit pas être altéré.	
^b Pour le SSE de type enfichable, les bornes du socle sur lequel elles sont installées.	

8.6 Pouvoir de fermeture et de coupure

Le NC-SSE doit présenter un pouvoir de fermeture et de coupure adapté.

NOTE Pour le C-SSE, les unités de coupure sont par hypothèse conformes aux normes de produit IEC correspondantes (voir 4.2 b) et 8.1). Par conséquent, le pouvoir de fermeture et de coupure des unités de coupure du C-SSE est par hypothèse suffisamment couvert par leurs normes et par les essais de performances réalisés sur un C-SSE complet selon 9.11 du présent document.

Le SSE attribué à une catégorie d'emploi selon 5.3.3 doit être en mesure de fermer et couper les courants dans les conditions indiquées dans le Tableau 10 pour les catégories d'emploi correspondantes.

Pour le SSE déclaré pour les opérations de transition avec coupure, les valeurs de temps OFF et de temps ON indiquées dans le Tableau 10 et le Tableau 11 ne doivent pas être dépassées.

Pour le SSE déclaré pour des opérations de transition sans coupure, le temps OFF et le temps ON ne s'appliquent pas.

Tableau 10 – Conditions de fermeture et de coupure pour les essais des pouvoirs de fermeture et de coupure

Catégorie d'emploi	Conditions de fermeture et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^a$	Temps ON ^b	Temps OFF	Nombre de cycle de manœuvres
				s	s	
AC-7a	1,5	1,05	0,80	0,05	^c	50
AC-7b	8, 0	1,05	0,45	0,05	^c	50
AC-7c ^d	1,5	1,05	0,90	0,05	^c	50

I_c Courant fermé et coupé. Le courant établi est exprimé en valeurs symétriques efficaces en courant alternatif, mais il est entendu que la valeur de crête réelle pendant la manœuvre de fermeture peut être, par hypothèse, une valeur supérieure à la valeur de crête symétrique.

U_r Tension de rétablissement à fréquence industrielle.

$\cos \varphi$ est le facteur de puissance du circuit d'essai.

^a La tolérance pour $\cos \varphi$ est $\pm 0,05$.

^b La durée peut être inférieure à 0,05 s à condition que les contacts puissent être correctement installés avant la nouvelle manœuvre.

^c Voir le Tableau 11.

^d Les essais doivent être réalisés avec un circuit d'essai spécifique (voir 9.3.3.5.2, point d) 2) de l'IEC 61095:2009).

Tableau 11 – Temps OFF pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure pour les catégories d'emploi

Courant coupé I_c	Temps OFF
A	s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80
$800 < I_c \leq 1\,000$	100

Les valeurs de temps OFF peuvent être réduites. Toutefois, réduire cette valeur peut conduire à des essais plus stricts. Ainsi, cette réduction ne peut être effectuée que dans le cadre d'un accord avec le fabricant.

Tout autre SSE déclaré selon 4.10 b) (pas de catégorie d'emploi) doit être en mesure de fermer et couper les courants sans défaillance dans les conditions de AC-7a du Tableau 10.

La vérification est effectuée par les essais du 9.10.

8.7 Performances

8.7.1 Généralités

Le C-SSE et le NC-SSE doivent être en mesure de fonctionner et de commuter les sources comme prévu dans les conditions normales d'utilisation.

En fonction de leur classification, le R-SSE et l'A-SSE doivent déclencher le transfert des sources en prenant en considération, selon le cas:

- la disponibilité des sources;
- les écarts de tension et, le cas échéant, les écarts de fréquence et les limites de déphasage(s);
- les écarts des autres caractéristiques, le cas échéant;
- les signaux entrants en provenance d'autres réseaux.

Pour l'A-SSE et le SSE commandé à distance, si aucun moyen n'est prévu en local pour désactiver un mode automatique ou un mode à distance, le SSE doit assurer un mode de fonctionnement de base qui permet d'éviter une éventuelle perte de communication entre l'unité de commande du SSE et les commandes à distance ou automatiques.

La vérification est effectuée en satisfaisant aux exigences correspondantes du 8.7.2 et du 8.7.3.

8.7.2 Conditions de fonctionnement

8.7.2.1 Généralités

Pour le M-SSE, 8.7.2.2 s'applique.

Pour le R-SSE et l'A-SSE, 8.7.2.2 et 8.7.2.3 s'appliquent, selon le cas.

8.7.2.2 Mécanisme de manœuvre

Le SSE déclaré fonctionner avec un interverrouillage conforme à 4.7.2 doit être équipé d'un interverrouillage visant à empêcher la connexion simultanée de deux sources, quelles que soient les conditions.

Le M-SSE doit être équipé d'un interverrouillage mécanique.

Pour le R-SSE et l'A-SSE, l'interverrouillage peut être mécanique et/ou électrique.

Le retrait des couvercles, plaques de fermeture, organes de manœuvre, portes ou panneaux d'accès ne doit pas entraîner la désactivation de l'interverrouillage. Il ne doit pas être possible de contourner involontairement l'interverrouillage.

La vérification du bon fonctionnement est effectuée par des essais selon 9.11.1, 9.11.2.1 et 9.11.2.2

De plus, le SSE avec transition avec coupure doit être conçu pour assurer qu'une source n'est plus du tout alimentée avant la refermeture de la seconde source. La durée de transfert des contacts doit se situer dans les limites spécifiées par le fabricant. Pour le NC-SSE et le CTSSE, la durée minimale de transfert des contacts ne doit pas être inférieure à 50 ms.

Pour le SSE déclaré avec transition avec coupure, la vérification du bon fonctionnement en ce qui concerne la durée de transfert est effectuée par les essais selon 9.11.2.3.

8.7.2.3 Commandes, séquences et limites de manœuvres

8.7.2.3.1 Généralités

Le passage à une autre source (de la source 1 à la source 2, ou l'inverse) doit uniquement se produire si les conditions de la source sont stables et se situent dans les limites conventionnelles de tension et de fréquence, comme cela est déclaré par le fabricant.

De plus, pour le SSE déclaré fonctionner avec la synchronisation selon 4.7, les manœuvres doivent être déclenchées lorsque les deux sources sont synchronisées.

Pour le SSE alimenté avec des moyens qui permettent d'ajuster les réglages (par exemple, limites d'écart, retards de manœuvres, modification des séquences de manœuvres ou d'autres scénarios, etc.), il convient de soumettre à l'essai ces moyens pour les configurations correspondantes, comme cela est déclaré par le fabricant.

La vérification est effectuée en satisfaisant aux exigences du 8.7.2.3.2 au 8.7.2.3.5, selon le cas.

Les manœuvres de l'A-SSE et du R-SSE peuvent également reposer, selon la Figure 3 et la Figure 4, sur les informations ou signaux reçus d'autres systèmes dans l'installation (les unités de stockage, les onduleurs PV, les convertisseurs courant alternatif/courant continu, les compteurs d'énergie, par exemple) et/ou être commandées à distance par ce type de systèmes (EEMS, par exemple). Pour le SSE déclaré être commandé à distance par d'autres systèmes, le paragraphe 8.7.2.3.6 s'applique également. Le R-SSE doit également être accompagné de moyens appropriés qui permettent d'empêcher les transferts vers la source alternative lorsque les limites spécifiées par le fabricant ne sont pas respectées.

8.7.2.3.2 Limites de fonctionnement

Le R-SSE et l'A-SSE doivent être en mesure de fonctionner de manière satisfaisante à n'importe quelle valeur comprise entre 85 % et 110 % de la tension assignée d'alimentation du circuit de commande U_s . Si une plage est déclarée, 85 % doivent s'appliquer à la valeur inférieure de la plage et 110 % à la limite supérieure de la plage.

La vérification est effectuée suivant les principes d'essai du 9.11.1 pour démontrer la conformité du 8.7.2.3.3 au 8.7.2.3.5.

8.7.2.3.3 Manœuvre en cas de coupure de la source 1 (source normale)

L'A-SSE classé selon 4.9 a) doit être en mesure de commuter automatiquement les charges de la source 1 à la source secondaire (source 2):

- lorsque la source 1 n'est plus alimentée (si la source secondaire se situe dans les limites déclarées par le fabricant);
- et doit commuter vers la source 1 après son rétablissement.

NOTE Le présent document considère, par convention, la source 1 comme la "source normale".

Comme exigence minimale, le SSE classé pour commuter les sources selon 4.9 a) doit être en mesure de transférer les charges de la source 1 vers la source 2 en cas d'interruption de l'une ou de toutes les phases surveillées de la source 1, puis de retourner à la source 1 dès son rétablissement.

Le SSE peut inclure des séquences logiques supplémentaires, telles qu'un retour retardé ou non automatique.

La vérification est effectuée par les essais selon 9.11.3.2.

Pour le SSE classé selon 4.9 a), le transfert vers la source 2 en cas d'interruption de la source 1 doit également être vérifié selon 9.11.3.4.

Pour le SSE classé selon 4.9 a) et équipé de moyens qui permettent de déclencher des manœuvres lorsque la source s'écarte de la source 1, la reconnexion à la source 1, dès qu'elle est rétablie et se situe dans les limites déclarées pour les manœuvres du SSE, doit se produire si le SSE est alimenté avec un "retour automatique". Lorsque le SSE est en mode "retour automatique", cette exigence est par hypothèse satisfaite en se conformant aux exigences du 8.7.2.3.4.

8.7.2.3.4 Manœuvre en cas d'écarts de la source

Si le SSE est déclaré être équipé de moyens qui permettent de déclencher des manœuvres en cas d'écart de la source 1, la manœuvre du SSE doit être déclenchée dans les limites déclarées par le fabricant.

Pour le SSE classé selon 4.9 a), le transfert en cas d'écarts d'une ou de toutes les phases surveillées de la source 1 (la "source normale", par convention) vers la seconde source ne doit pas se produire si la tension ou la fréquence d'une ou de toutes les phases surveillées de la seconde source ne se situe pas dans les limites déclarées par le fabricant.

S'il est indiqué que les manœuvres en cas d'écarts de la source reposent sur les codes électriques locaux, les manœuvres doivent se dérouler dans les limites des codes spécifiés, comme cela est déclaré par le fabricant.

Pour le SSE déclaré fonctionner en transition sans coupure selon 4.8 b), les manœuvres en cas d'écarts de la source doivent se dérouler comme cela est indiqué en 8.7.2.3.5.

La vérification est effectuée par les essais selon 9.11.3.3 et 9.11.3.4 selon le cas.

8.7.2.3.5 Manœuvre en transition sans coupure

Pour le SSE déclaré fonctionner en transition sans coupure selon 4.8 b), les manœuvres de commutation doivent avoir lieu lorsque les tensions, la fréquence et le ou les déphasages de toutes les phases surveillées des deux sources sont synchronisés et se situent dans les limites spécifiées par le fabricant.

La vérification est effectuée par les essais selon 9.11.3.5 pour les sens des manœuvres de commutation déclarées avec la synchronisation selon 4.7.1.

EXEMPLE Limites avec une tolérance de $\pm 10^\circ$ sur le déphasage, de $\pm 5\%$ sur la tension et de ± 1 Hz sur la fréquence.

8.7.2.3.6 SSE commandé à distance

Si le SSE est spécifié fonctionner sur la base des informations ou des signaux échangés avec d'autres systèmes, les manœuvres de commutation doivent avoir lieu selon les indications du fabricant, par exemple avec les séquences logiques et/ou des scénarios supplémentaires déclarés, etc. Toutefois, les manœuvres de commutation doivent se dérouler selon les mêmes principes définis du 8.1 au 8.7.2.3.5 en fonction de la classification SSE déclarée par le fabricant.

Outre les exigences énumérées du 8.7.2.3.2 au 8.7.2.3.5, la conformité au 8.7.2.3.6 est vérifiée par les essais du 9.11.3.6 selon le cas.

8.7.3 Fonctionnement en service

Le SSE doit résister, sans usure excessive ni autres effets néfastes, aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques qui se produisent dans le cadre d'une utilisation normale.

Le NC-SSE déclaré avec une catégorie d'emploi selon 4.10 a) et 5.3.3 doit être en mesure de fermer et couper les courants sans défaillance dans les conditions indiquées dans le Tableau 12 pour la catégorie d'emploi correspondante.

Pour le NC-SSE déclaré sans catégorie d'emploi selon 4.10 b), le fonctionnement en service doit être défini en référence à AC-7a du Tableau 12.

Tableau 12 – Conditions de fermeture et de coupure pour le fonctionnement en service

Catégorie d'emploi	Conditions de fermeture et de coupure				
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^a$	Temps ON ^b S	Temps OFF s
AC-7a	1,0	1,05	0,80	0,05	c
AC-7b	d	e	0,45	0,05	c
AC-7c ^f	1,0	1,05	0,90	0,05	c

I_c Courant fermé et coupé. Le courant établi est exprimé en valeurs symétriques efficaces en courant alternatif, mais il est entendu que la valeur de crête réelle pendant la manœuvre de fermeture peut être, par hypothèse, une valeur supérieure à la valeur de crête symétrique.

U_r Tension de rétablissement à fréquence industrielle

$\cos \varphi$ est le facteur de puissance du circuit d'essai.

^a La tolérance pour $\cos \varphi$ est $\pm 0,05$.

^b La durée peut être inférieure à 0,05 s à condition que les contacts puissent être correctement installés avant la nouvelle manœuvre.

^c Ces temps OFF ne doivent pas être supérieurs aux valeurs spécifiées dans le Tableau 11.

^d $I_c/I_e = 6,0$ pour la fermeture et $I_c/I_e = 1,0$ pour la coupure.

^e $U_r/U_e = 1,0$ pour la fermeture et $U_r/U_e = 0,17$ pour la coupure.

^f Les essais doivent être réalisés avec un circuit d'essai spécifique (voir 9.3.3.5.2, point d) 2) de l'IEC 61095:2009).

Le nombre de manœuvres pour le NC-SSE est défini selon le Tableau 13 ou le nombre de manœuvres déclaré par le fabricant, s'il est plus élevé.

Tableau 13 – Nombre de manœuvres pour le fonctionnement en service

Courant assigné	Nombre de cycles de manœuvres
Jusques et y compris 16 A	10 000
Plus de 16 A	5 000

Le fonctionnement en service du NC-SSE est vérifié par les essais du 9.11.4.

Pour le C-SSE, le fonctionnement en service est vérifié par les essais du 9.11.4 en fonction du nombre de manœuvres défini au 9.11.4.3 de l'unité de coupure.

8.8 Résistance à la chaleur

Le SSE doit être suffisamment résistant à la chaleur.

La vérification est effectuée par les essais du 9.12.1, et, selon le cas, par les essais du 9.12.2 et du 9.12.3.

8.9 Résistance du matériau isolant à la chaleur anormale et au feu

Les parties externes du matériau isolant susceptibles d'être exposées à des contraintes thermiques dues aux effets électriques, et dont la détérioration peut compromettre la sécurité de l'accessoire, ne doivent pas être affectées outre mesure, s'enflammer ou propager le feu en raison d'une chaleur anormale ou d'un incendie.

La vérification est effectuée par les essais du 9.13.

8.10 Résistance à la corrosion par la rouille

Les parties ferreuses, y compris les couvercles et plaques de fermeture, doivent être correctement protégées contre la corrosion par la rouille.

La vérification est effectuée par l'essai du 9.14.

8.11 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (SCPD)

À l'exception du CB-SSE, le SSE n'assure pas, par nature, la protection contre les surintensités.

Le NC-SSE, le SW-SSE et le CT-SSE doivent être protégés contre les courts-circuits par un SCPD (dispositif de protection contre les courts-circuits, c'est-à-dire un disjoncteur ou des fusibles conformes à leurs normes correspondantes) selon les règles d'installation pour les installations électriques à basse tension.

Le NC-SSE, le SW-SSE et le CT-SSE doivent présenter une coordination adéquate avec un dispositif de protection contre les courts-circuits (SCPD). En cas de défaut, le dispositif de protection doit se déclencher au moment opportun et l'énergie coupée limitée- du dispositif de protection contre les courts-circuits doit être supportée par le SSE et ne doit pas mettre en danger l'opérateur ni déclencher un contournement entre les parties conductrices actives ou entre ces dernières et la terre.

La vérification du NC-SSE est effectuée par les essais du 9.15.

La conformité du SW-SSE et du CT-SSE est par hypothèse couverte par les essais de coordination des normes correspondantes des dispositifs combinés, et aucun essai supplémentaire n'est sollicité selon le présent document.

8.12 CEM

Le SSE doit être conçu pour fonctionner correctement dans les conditions électromagnétiques classiques d'un environnement résidentiel, commercial et d'industrie légère.

Dans les conditions normales de fonctionnement, le SSE ne doit pas générer de perturbations électromagnétiques supérieures aux limites prévues pour un environnement résidentiel.

La vérification est effectuée par les essais du 9.16.

8.13 Résistance aux conditions anormales

Dans des conditions anormales, le SSE ne doit pas engendrer de danger.

Dans des conditions anormales de fonctionnement, aucune partie du SSE ne doit atteindre une température susceptible d'engendrer un risque d'incendie dans l'environnement du SSE.

En cas de défaillance, si la puissance maximale prélevée par le SSE est inférieure à 0,5 W, les exigences des conditions anormales sont considérées comme satisfaites.

La vérification est effectuée en soumettant le SSE aux essais de chauffage du 9.17 dans les conditions de défaut et de surcharge.

8.14 Composants

8.14.1 Généralités

Ces essais s'appliquent:

- à l'unité de commande du C-SSE classé selon 4.2 a);
- au NC-SSE classé selon 4.2 b).

Les composants qui, s'ils tombent en panne, peuvent compromettre la sécurité du SSE doivent satisfaire aux exigences de sécurité spécifiées dans les Normes internationales IEC correspondantes, dans toute la mesure du possible.

Si les caractéristiques de fonctionnement sont marquées sur les composants, les conditions dans lesquelles ils sont utilisés dans le SSE doivent être conformes à ces marquages, sauf si une exception particulière est indiquée dans le présent document.

Les essais des composants qui doivent satisfaire à d'autres normes sont, en général, effectués séparément, selon la norme pertinente, comme suit.

Si le composant est marqué et utilisé conformément à ce marquage, le nombre d'éprouvettes est celui exigé par la norme correspondante.

En l'absence de Norme internationale IEC applicable, ou si le composant n'est pas marqué ou n'est pas utilisé conformément à son marquage, il est soumis à l'essai dans les conditions se produisant dans le SSE, et le nombre d'éprouvettes est en général celui exigé par la norme pertinente.

Les composants intégrés dans le SSE sont soumis à tous les essais du présent document comme parties intégrantes du SSE.

8.14.2 Fusibles

Les fusibles, le cas échéant, doivent satisfaire à une publication IEC correspondante pour les fusibles miniatures conformément à l'IEC 60127-1 et présenter un pouvoir de coupure assigné de 1 500 A, sauf si un courant de défaut à travers le fusible est limité à 35 A.

8.14.3 Condensateurs

Les condensateurs,

- dont la mise en court-circuit ou la déconnexion provoquent la violation des exigences dans les conditions de défaut en ce qui concerne le risque de choc ou le danger d'incendie, ou
- dont la mise en court-circuit provoque un courant de 0,5 A ou plus à travers les bornes du condensateur, ou
- d'antiparasitage,

doivent satisfaire à l'IEC 60384-14:2013 et à l'IEC 60384-14:2013/AMD1:2016, et doivent être conformes au Tableau 14.

NOTE Les condensateurs qui réussissent l'essai continu de chaleur humide spécifié au 4.12 de l'IEC 60384-14:2013 et au 4.12 de l'IEC 60384-14:2013/AMD1:2016 d'une durée d'au moins 21 jours sont considérés comme acceptables.

Ces condensateurs doivent être marqués avec leur tension assignée en volts (V), leur capacité assignée en microfarads (μF) et leur température de référence en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Au moment de déterminer le courant, les fusibles et condensateurs correspondants sont considérés comme mis en court-circuit.

Pour les autres dispositifs de protection, l'élément résistif doit être remplacé par une impédance équivalente.

Tableau 14 – Condensateurs

Application du condensateur	Type(s) de condensateur(s) approuvé(s) conformément à l'IEC 60384-14:2013 et à l'IEC 60384-14/AMD1:2016		
	$U_n \leq 125 \text{ V}$	$125 \text{ V} < U_n \leq 250 \text{ V}$	
		Sans protection contre les surintensités	Avec protection contre les surintensités ^a
Entre les conducteurs actifs (L ou N) et la terre (PE)	Y4	Y2	Y2
Entre les conducteurs actifs (L et N ou L1 et L2):			
– sans impédance en série	X2	X1	X2
– avec impédance en série qui, lorsque le ou les condensateurs est (sont) mis en court-circuit, limite le courant à une valeur de			
• 0,5 A et plus	X3	X2	X3
• moins de 0,5 A	Tout type	Tout type	Tout type

^a Externe au condensateur ou intégré dans le condensateur (une résistance de fusion, par exemple).

8.14.4 Résistances

Les résistances, dont la mise en court-circuit ou l'interruption provoque une violation des exigences eu égard à la protection contre le feu et les chocs électriques en cas de défaut, doivent avoir une valeur constante appropriée dans les conditions de surcharge qui prévalent dans le SSE.

La vérification est effectuée par les essais du 9.18.

Les résistances avec des terminaisons d'extrémité internes ne sont admises que si les espacements internes sont clairement et précisément définis.

La vérification est effectuée par mesurage et par examen.

8.14.5 Transformateurs

Les transformateurs destinés aux circuits TBTS doivent être des transformateurs de sécurité et doivent satisfaire aux exigences pertinentes de l'IEC 61558-2-6.

NOTE Pour l'utilisation de TBTS et TBTP, voir l'IEC 61140 et l'IEC 60364-4-41.

9 Essais de type

9.1 Exigences générales

9.1.1 Essais de type et séquences d'essais

Pour démontrer la conformité au présent document et aux exigences de l'Article 8, les essais doivent être effectués dans le cadre de séquences d'essais et sur le nombre d'éprouvettes défini à l'Annexe D.

9.1.2 Conditions d'essai

Sauf spécification contraire dans le présent document:

- les éprouvettes sont soumises à l'essai en l'état de livraison et dans les conditions normales d'utilisation;
- les essais (ou séquences d'essais) sont effectués sur des éprouvettes propres et neuves;
- trois éprouvettes sont soumises à l'essai par séquence d'essais, à l'exception des essais fonctionnels, qui peuvent être réalisés sur une seule éprouvette si la sécurité n'est pas préoccupante (voir le Tableau D.1);
- pendant les essais, aucune maintenance ni aucun démontage des échantillons ne sont admis, et les éprouvettes ne doivent pas être lubrifiées;
- les essais sont effectués à l'air libre à une température ambiante de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- les essais sont effectués à la fréquence assignée $\pm 2 \%$ et à une tension pratique;
- les tolérances sont définies à $^{+5}_0 \%$ pour les courants, $\pm 5 \%$ pour les tensions (y compris la tension de rétablissement), à $^0_{-0,05}$ pour les facteurs de puissance et à $\pm 5 \%$ pour la durée.

Si aucune tolérance n'est spécifiée, les essais de type sont effectués à des valeurs au moins aussi sévères que celles spécifiées dans le présent document.

Sauf spécification contraire dans le présent document:

- les éprouvettes sont installées comme cela est indiqué dans la documentation du fabricant;
- les éprouvettes sont câblées avec des câbles appropriés comme cela est indiqué dans le Tableau 6;
- les couples de serrage à appliquer aux vis des bornes équivalent aux deux tiers de ceux spécifiés dans le Tableau 15, et les vis et écrous ne doivent pas être serrés par à-coups;
- les éprouvettes sont fixées sur un contreplaqué peint en noir mat d'environ 20 mm d'épaisseur, la méthode de fixation satisfaisant à la documentation du fabricant.

Tableau 15 – Couple de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis

Diamètre nominal du filetage mm	Couple Nm		
	1	2	3
Jusques et y compris 2,8 ^a	0,2	0,4	0,4
Plus de 2,8 jusques et y compris 3,0	0,25	0,5	0,5
Plus de 3,0 jusques et y compris 3,2	0,3	0,6	0,6
Plus de 3,2 jusques et y compris 3,6	0,4	0,8	0,8
Plus de 3,6 jusques et y compris 4,1	0,7	1,2	1,2
Plus de 4,1 jusques et y compris 4,7	0,8	1,8	1,8
Plus de 4,7 jusques et y compris 5,3	0,8	2,0	2,0
Plus de 5,3 jusques et y compris 6,0	1,2	2,5	3,0
Plus de 6,0 jusques et y compris 8,0	2,5	3,5	6,0
Plus de 8,0 jusques et y compris 10,0	3,5	4,0	10,0
^a Pour des besoins particuliers tels que des applications TBT, dans lesquelles des conducteurs souples sont utilisés (entre 0,5 mm ² et 1 mm ² inclus). La colonne 1 s'applique aux vis sans tête si la vis, au moment de son serrage, ne débord pas du trou, et à d'autres vis qui ne peuvent pas être serrées à l'aide d'un tournevis dont l'embout est plus large que le diamètre de la vis. La colonne 2 s'applique aux autres vis serrées à l'aide d'un tournevis. La colonne 3 s'applique aux vis ou écrous serrés par d'autres moyens qu'un tournevis. S'il s'agit d'une vis à tête hexagonale avec une fente prévue pour un serrage à l'aide d'un tournevis et que les valeurs de la colonne 2 et de la colonne 3 sont différentes, l'essai est effectué deux fois, en appliquant d'abord le couple indiqué dans la colonne 3 à la tête hexagonale, puis en appliquant celui spécifié dans la colonne 2 à un autre échantillon à l'aide d'un tournevis. Si les valeurs de la colonne 2 et de la colonne 3 sont identiques, seul l'essai avec le tournevis est effectué.			

Des éprouvettes spécialement préparées peuvent être nécessaires pour certains essais. Voir le Tableau D.1.

9.1.3 Procédure d'essai

Pour le C-SSE classé selon 4.2 a), chaque produit utilisé pour assembler un C-SSE doit en premier lieu satisfaire à sa norme de produit correspondante: conformément à la série IEC 60669 pour les commutateurs, à l'IEC 60898-1 ou l'IEC 60898-2 pour les disjoncteurs ou l'IEC 61095:2009 pour les contacteurs. Seuls les essais supplémentaires indiqués dans le présent document doivent être appliqués pour démontrer la conformité audit document. Voir également le Tableau D.1.

Si certains essais du présent document sont également définis dans les normes indiquées dans ce paragraphe 9.1.3, les essais les plus sévères doivent être réalisés une seule fois, mais les critères d'acceptation combinent ceux de toutes les normes applicables.

Pour le NC-SSE classé selon 4.2 b), tous les essais du présent document doivent être réalisés comme cela est défini.

9.2 Essais d'indélébilité des marquages

L'essai est effectué par frottement du marquage à la main pendant 15 s avec un morceau de coton imbibé d'eau, puis de nouveau pendant 15 s avec un morceau de coton imbibé:

- d'hexane solvant aliphatique avec une teneur en aromatique de 0,1 % par volume au maximum, un indice kauri-butanol de 29, un point d'ébullition initial d'environ 65 °C, un point sec d'environ 69 °C et une masse volumique d'environ 0,68 g/cm³; ou
- de n-hexane à 95 % (Chemical Abstracts Service Registry Number CAS RN 110-54-3).

NOTE Le n-hexane à 95 % (Chemical Abstracts Service Registry Number, CAS RN, 110-54-3) est disponible auprès d'un large éventail de fournisseurs de produits chimiques sous la forme d'un solvant HPLC (*high-pressure liquid chromatography* - chromatographie liquide haute pression).

Après cet essai, le marquage doit rester aisément lisible.

Les marquages doivent également rester aisément lisibles après tous les essais du présent document.

Il ne doit pas être possible de retirer les étiquettes sans utiliser un outil quelconque, ou par l'application d'une force de grattage excessive sans fin. Les étiquettes ne doivent pas être gondolées.

9.3 Essais de la résistance mécanique

9.3.1 Essais de la résistance des moyens d'isolation aux contraintes mécaniques

9.3.1.1 Généralités

Le SSE doit résister aux contraintes imposées lors de l'installation et de l'utilisation.

La vérification est effectuée sur les parties exposées du SSE, qui peuvent faire l'objet d'un impact mécanique en utilisation normale, par les essais du:

- paragraphe 9.3.1.2 pour tous les types de SSE; et du
- paragraphe 9.3.1.3 pour le SSE monté sur rail.

Le SSE uniquement destiné à être totalement confiné n'est pas soumis à cet essai.

9.3.1.2 Essais au mouton-pendule

Les éprouvettes sont soumises à des impacts au moyen d'un appareillage d'essai au choc représenté à la Figure 6 et à la Figure 7.

La tête de la pièce de frappe comporte une face hémisphérique de 10 mm de rayon, en polyamide présentant une dureté Rockwell (HR) comprise entre 85 et 100, et une masse de (150 ± 1) g.

La pièce de frappe est solidement fixée à l'extrémité inférieure d'un tube en acier de diamètre extérieur de 9 mm et d'une épaisseur de paroi de 0,5 mm, qui est tourné en son extrémité supérieure de manière à se balancer uniquement dans un plan vertical.

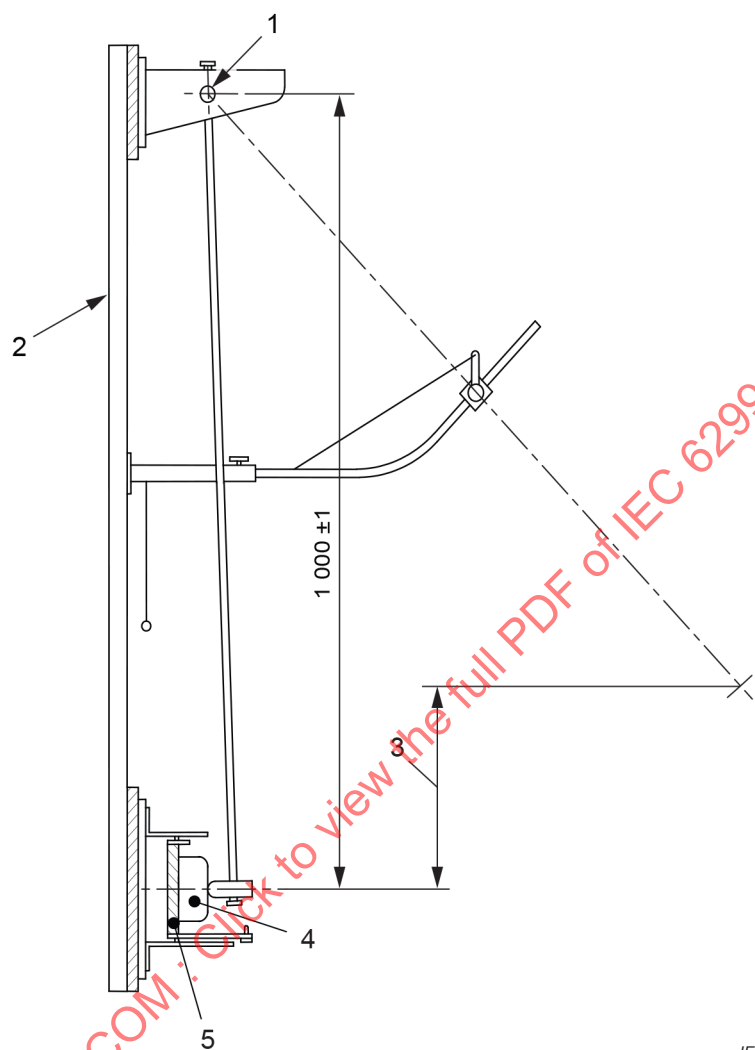
L'axe du pivot se trouve à $1\,000\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ au-dessus de la pièce de frappe.

La dureté Rockwell de la pièce de frappe en polyamide est déterminée à l'aide d'une bille de $12,700\text{ mm} \pm 0,0025\text{ mm}$ de diamètre, avec une charge initiale de $100\text{ N} \pm 2\text{ N}$ et une charge supplémentaire de $500\text{ N} \pm 2,5\text{ N}$.

NOTE 1 Des informations supplémentaires relatives à la détermination de la dureté Rockwell du plastique sont données dans l'ISO 2039-2.

La conception de l'appareillage est telle qu'une force comprise entre 1,9 N et 2,0 N doit être appliquée à la face de la pièce de frappe de manière à maintenir le tube en position horizontale.

Dimensions en millimètres



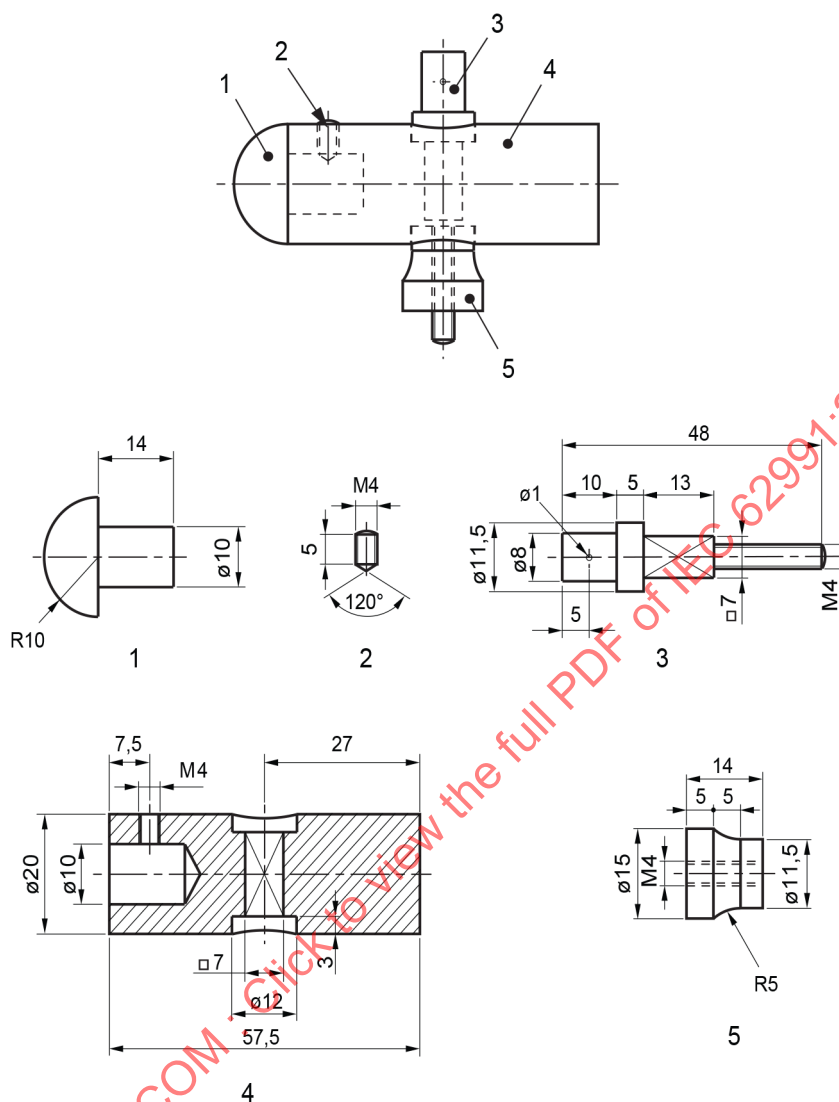
IEC

Légende

- 1 Pendule
- 2 Châssis
- 3 Hauteur de chute
- 4 Éprouvette
- 5 Fixation de montage

Figure 6 – Appareillage d'essai d'impact au pendule

Dimensions en millimètres



IEC

Légende

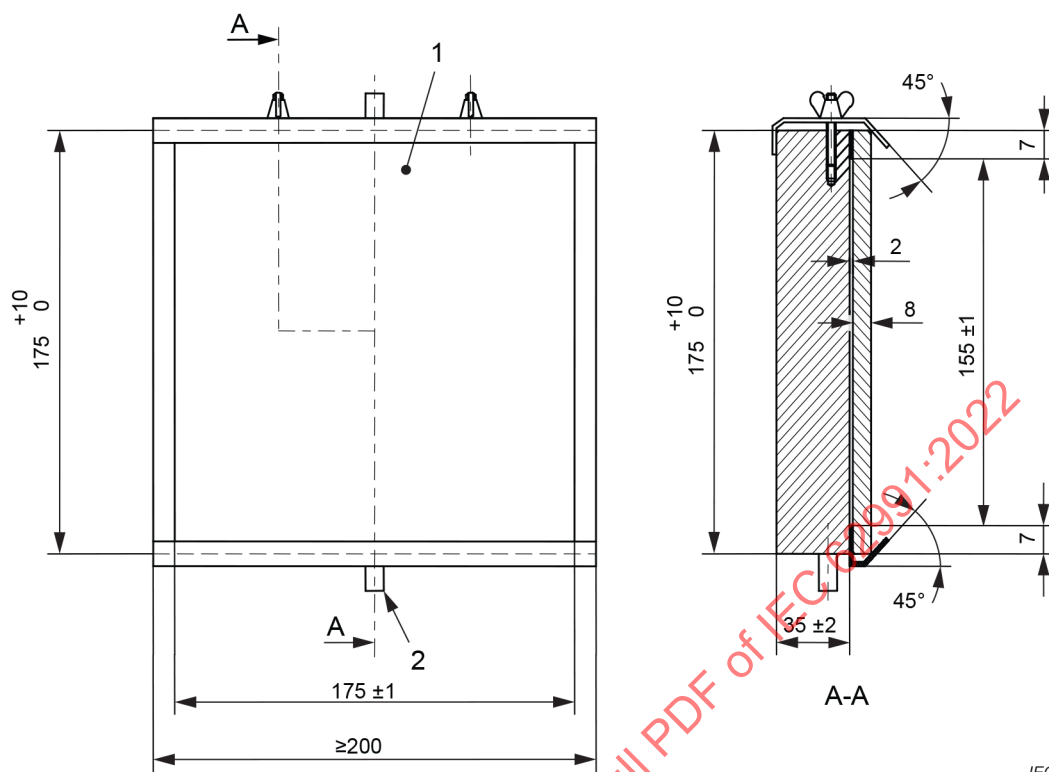
①: Polyamide

②, ③, ④, ⑤: Acier S 235JR

Figure 7 – Appareillage d'essai d'impact au pendule (pièce de frappe)

Les éprouvettes sont montées sur une plaque de contreplaqué d'épaisseur nominale de 8 mm et d'environ 175 mm², fixée par ses bords supérieur et inférieur à une attache rigide qui fait partie intégrante du support de montage, comme cela est représenté à la Figure 8.

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 Plaque de contreplaqué
- 2 Pivot

Figure 8 – Support de montage des éprouvettes

Le support de montage doit peser (10 ± 1) kg et doit être monté sur un châssis rigide au moyen de pivots. Le châssis est fixé à une paroi solide.

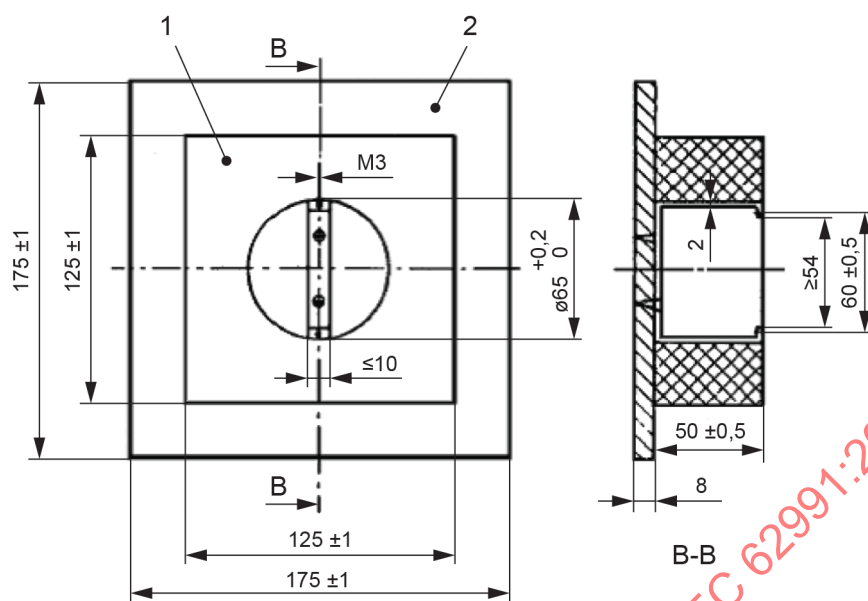
La conception de l'appareillage d'essai est telle que:

- l'éprouvette peut être déplacée horizontalement et tournée autour d'un axe perpendiculaire à la surface du contreplaqué;
- le contreplaqué peut être tourné de 60° dans les deux sens autour d'un axe vertical.

Le SSE pour pose en saillie est monté directement sur la plaque de contreplaqué, comme cela est représenté à la Figure 8.

Le SSE pour pose encastrée est monté dans un dispositif conforme à la Figure 9, qui est lui-même fixé au support de montage en contreplaqué représenté à la Figure 8.

Dimensions en millimètres



IEC

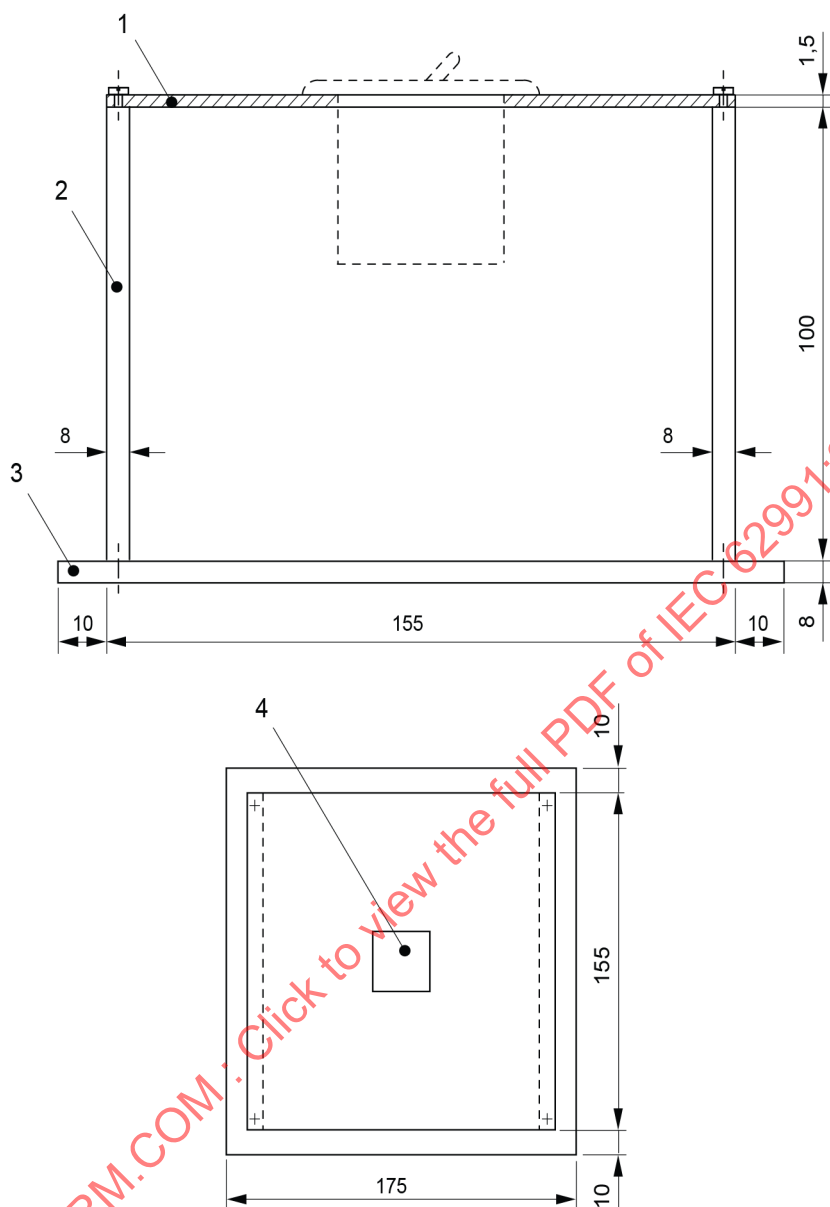
Légende

- 1 Bloc de bois de charme
- 2 Plaque de contreplaqué

Figure 9 – Bloc de montage d'un SSE pour pose encastrée

Le SSE pour montage en tableau est monté dans un dispositif de fixation comme cela est représenté à la Figure 10, qui est lui-même fixé au support de montage en contreplaqué représenté à la Figure 8.

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 Plaque en acier interchangeable de 1,5 mm d'épaisseur
- 2 Plaques en aluminium de 8 mm d'épaisseur
- 3 Plaque de montage
- 4 Découpe prévue pour l'éprouvette dans la plaque en acier

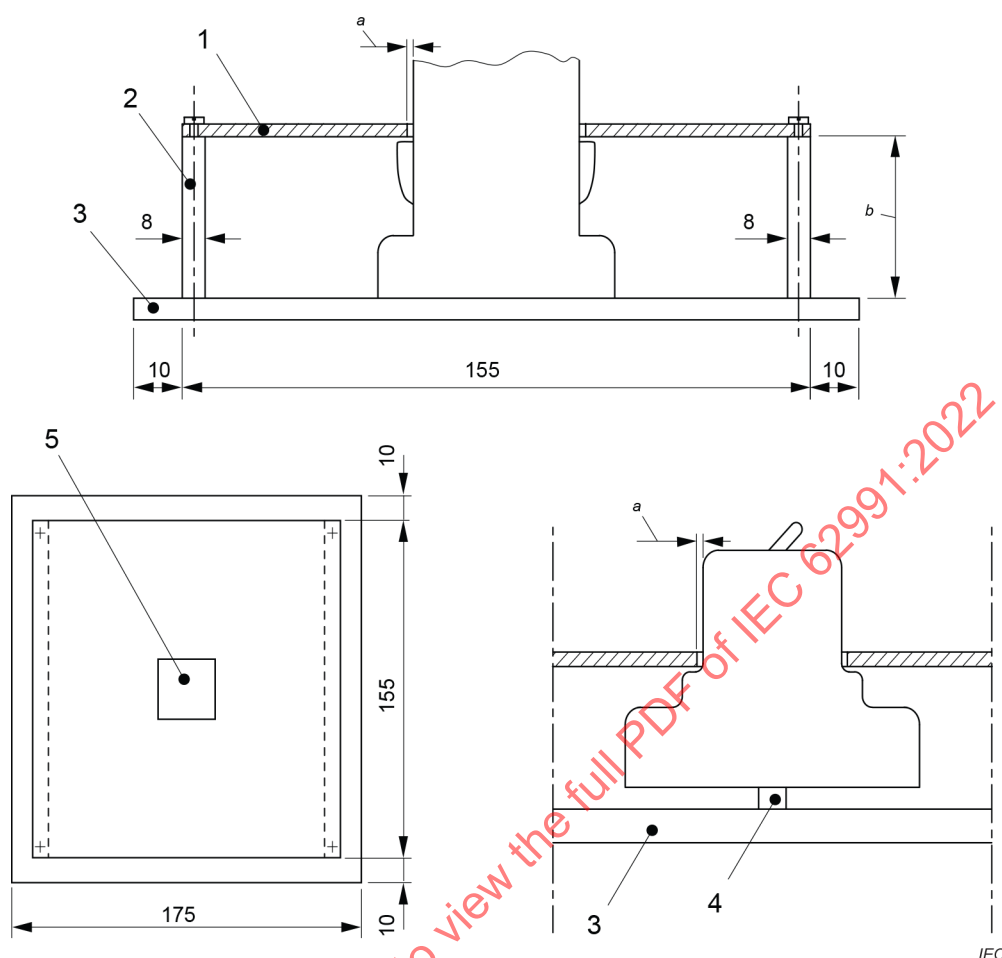
NOTE Dans des cas particuliers, les dimensions peuvent être augmentées.

Figure 10 – Exemple de support de montage d'un SSE pour montage en tableau

Le SSE pour fixation par vis est fixé avec des vis.

Le SSE pour montage sur rail est monté sur son rail approprié (voir la Figure 11).

Dimensions en millimètres

**Légende**

- 1 Plaque en acier interchangeable de 1 mm d'épaisseur
- 2 Plaques en aluminium de 8 mm d'épaisseur
- 3 Plaque de montage
- 4 Rail pour le SSE conçu pour le montage sur rail
- 5 Découpe prévue pour l'éprouvette dans la plaque en acier
- a La distance entre les bords de la découpe et les faces de l'éprouvette doit être comprise entre 1 mm et 2 mm.
- b la hauteur des plaques en aluminium doit être telle que la plaque en acier repose sur les supports de l'éprouvette ou, si l'éprouvette n'a aucun support, que la distance par rapport aux parties actives, qui doivent être protégées par une plaque de fermeture supplémentaire placée sous l'acier, soit de 8 mm.

Figure 11 – Exemple de support de montage pour un SSE fixé par l'arrière

Le SSE destiné à être fixé par des vis et à être monté sur rail doit être fixé avec des vis pour les essais.

L'éprouvette est montée sur le contreplaqué ou sur le dispositif de fixation approprié comme en utilisation normale, avec des couvercles, le cas échéant, de sorte que le point d'impact se trouve sur le plan vertical qui passe par l'axe du pivot du pendule.

Les entrées sans ouverture défonçable sont laissées ouvertes. Si elles comportent des ouvertures défonçables, l'une d'elles est laissée ouverte.

Avant d'appliquer les coups, les vis de fixation des bases et des couvercles sont serrées selon un couple équivalent aux deux tiers de la valeur pertinente spécifiée dans le Tableau 15.

Il est admis que la pièce de frappe chute d'une hauteur spécifiée dans le Tableau 16.

Tableau 16 – Hauteur de chute pour l'essai d'impact

Hauteur de chute mm	Parties des enveloppes à soumettre à l'impact ^a
100	A et B
150	C
200	D
250	-
^a Parties A: parties sur la surface avant, y compris les parties évidées; Parties B: parties qui ne se projettent pas de plus de 15 mm depuis la surface de montage (distance par rapport à la paroi) après le montage comme en utilisation normale, à l'exception des parties A ci-dessus; Parties C: parties qui se projettent de plus de 15 mm et de 25 mm au maximum depuis la surface de montage (distance par rapport à la paroi) après le montage comme en utilisation normale, à l'exception des parties A ci-dessus; Parties D: parties qui se projettent de plus de 25 mm depuis la surface de montage (distance par rapport à la paroi) après le montage comme en utilisation normale, à l'exception des parties A ci-dessus.	

NOTE 2 L'énergie d'impact déterminée par la partie de l'éprouvette qui se projette le plus depuis la surface de montage est appliquée à toutes les parties de l'éprouvette, à l'exception de ses parties A.

Les parties des accessoires exclusivement destinés au montage dans des tableaux de commande sont soumises à des impacts obtenus en laissant la pièce de frappe chuter d'une hauteur de 100 mm. Les impacts doivent uniquement être appliqués sur les parties accessibles après le montage en tableau de l'accessoire.

La hauteur de chute est la distance verticale entre la position du point de vérification, lorsque le pendule est lâché, et la position de ce point au moment de l'impact. Le point de vérification est marqué sur la surface de la pièce de frappe à l'emplacement auquel la ligne qui passe par le point d'intersection des axes du tube en acier du pendule et de la pièce de frappe et perpendiculaire au plan passant par les deux axes, rencontre la surface.

NOTE 3 En théorie, le centre de gravité de la pièce de frappe peut être le point de vérification. Dans la pratique, étant donné que le centre de gravité est difficile à déterminer, le point de vérification est choisi comme cela est décrit ci-dessus dans le présent paragraphe 9.3.1.2.

Les éprouvettes sont soumises aux coups, qui sont répartis de manière égale sur les éprouvettes, comme suit:

- deux coups sur chaque moyen de manœuvre;
- parties sur la surface avant, y compris celles qui sont évidées: un coup au centre, après avoir déplacé l'éprouvette horizontalement, un coup sur chacun des points défavorables entre le centre et les bords, puis, après avoir fait pivoter l'éprouvette de 90° autour de son axe perpendiculaire au contreplaqué, un coup sur chacun des points similaires;
- un coup est porté sur chaque côté de l'éprouvette après qu'elle a été tournée dans toute la mesure du possible, mais pas à plus de 60°, autour d'un axe vertical, puis deux coups sont appliqués, chacun à peu près à mi-chemin entre les coups portés sur un côté et les coups portés sur les moyens de manœuvre;
- deux coups sur chacun des deux autres côtés de l'éprouvette sur lesquels des coups peuvent être portés après avoir fait pivoter l'éprouvette de 90° autour de son axe perpendiculaire au contreplaqué, ledit contreplaqué ayant été tourné de 60° dans chacune des directions opposées.

Les coups ne sont pas portés aux zones des ouvertures défonçables.

Si des entrées sont prévues, l'éprouvette doit être positionnée de manière à appliquer les deux salves de coups à une distance aussi égale que possible des ouvertures.

Après l'essai, l'éprouvette ne doit présenter aucun dommage qui peut être à l'origine d'une non-conformité au présent document. En particulier, les parties actives ne doivent pas devenir accessibles. Les couvercles qui, s'ils sont cassés, rendent accessibles les parties actives ou compromettent l'utilisation ultérieure du SSE, des moyens de manœuvre, des revêtements et des barrières de matériau isolant et des éléments analogues, ne doivent présenter aucun dommage de ce type.

En cas de doute, vérifier qu'il est possible de déposer et de remplacer les parties externes, telles que les enveloppes, les couvercles et les plaques de fermeture, sans casser ces parties ou leur revêtement isolant.

Toutefois, si une plaque de fermeture, sécurisée par un couvercle intérieur, est cassée, l'essai est répété sur le couvercle intérieur, lequel doit rester intact.

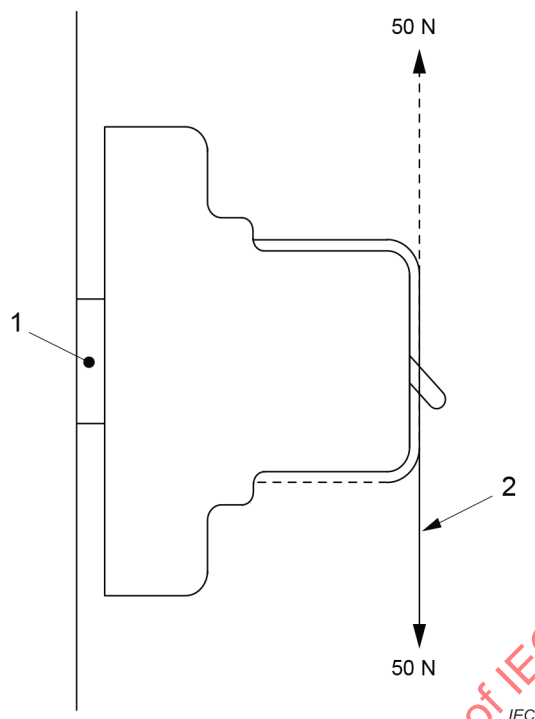
NOTE 4 La détérioration de l'aspect, les petits enfoncements qui ne réduisent pas les lignes de fuite ou les distances d'isolement dans l'air à des valeurs inférieures à celle indiquée dans le Tableau 7 et les petits copeaux qui ne compromettent pas la protection contre les chocs électriques, sont ignorés.

9.3.1.3 Essais du SSE monté sur rail

Le SSE conçu pour être monté sur un rail est monté comme en utilisation normale, mais sans raccorder de câbles et sans couvercle ou plaque de fermeture, sur un rail rigide fixé sur une paroi verticale rigide.

Une force verticale de 50 N est appliquée de haut en bas sans à-coup pendant 1 min sur la surface avant de l'éprouvette, immédiatement suivie d'une force verticale de 50 N appliquée de bas en haut pendant 1 min (voir la Figure 12).

Pendant cet essai, l'éprouvette ne doit pas se desserrer et après l'essai, elle ne doit présenter aucun dommage susceptible de compromettre son utilisation ultérieure.



Légende

- 1 Rail
- 2 Cordon

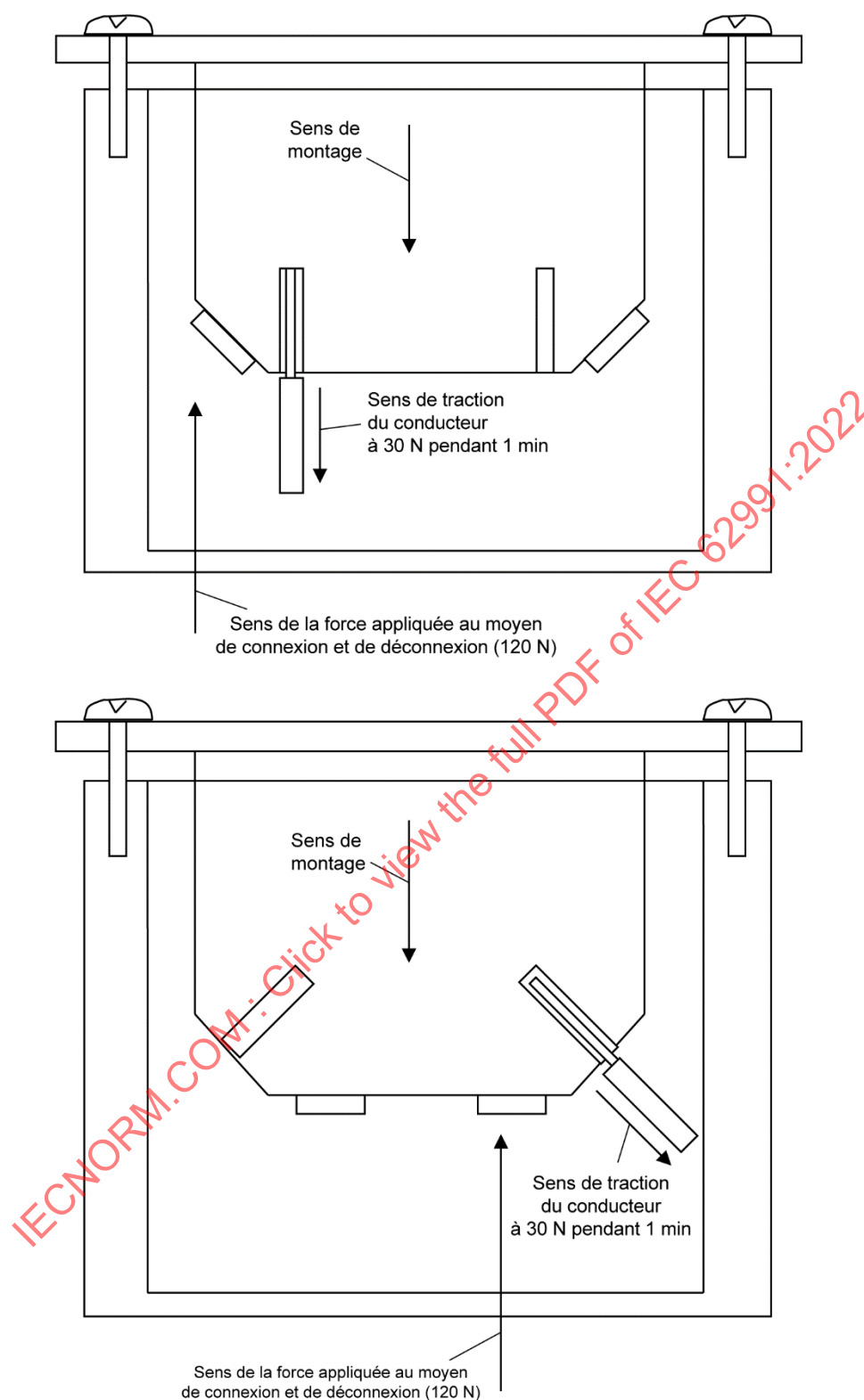
Figure 12 – Application des forces sur un SSE monté sur rail

9.3.2 Vérification de l'installation et des connexions

L'essai est effectué avec un conducteur massif en cuivre avec la plus petite section spécifiée dans le Tableau 8.

Le conducteur est poussé aussi loin que possible dans la borne en essai ou est inséré de manière à obtenir une connexion adéquate.

Un calibre d'essai 1 de l'IEC 61032:1997 est poussé contre le moyen de connexion ou de déconnexion avec une force de 120 N dans le sens opposé au sens de montage, comme cela est décrit à la Figure 13.



IEC

Figure 13 – Détermination du sens des forces à appliquer

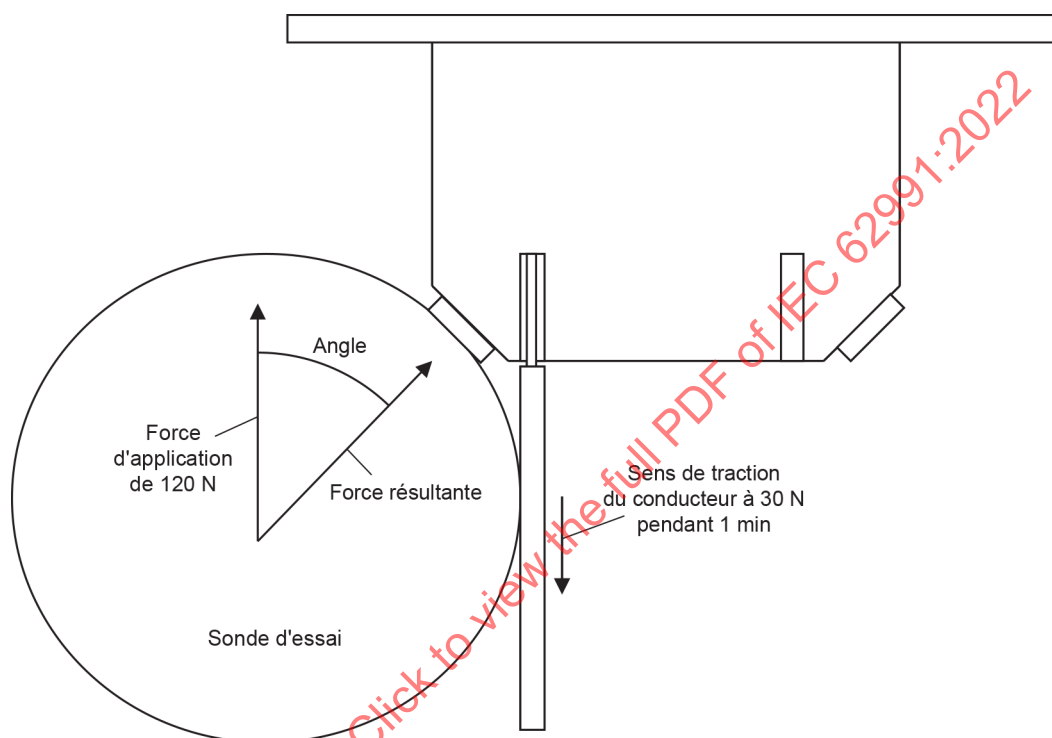
Pendant l'application de la force, le conducteur est soumis à une traction de 30 N. La traction est appliquée dans un mouvement régulier et continu pendant 1 min, dans le sens de l'axe longitudinal du logement du conducteur.

Pendant l'application de la traction, le conducteur ne doit pas sortir de la borne sans vis.

La force de 120 N doit être appliquée avant celle de 30 N. La force de 30 N est maintenue sur le conducteur pendant la totalité de l'essai.

Il faut veiller à ce que le calibre d'essai ne touche pas le conducteur pendant l'application des forces.

Si l'axe entre la force d'application et l'axe à travers la force nécessaire pour manœuvrer les moyens de connexion/déconnexion s'écarte de plus de 20°, il est admis d'exercer la force résultante calculée directement sur le moyen de connexion/déconnexion à l'aide du calibre d'essai. Un exemple est représenté à la Figure 14.



IEC

Figure 14 – Sens de la traction de 30 N sur le conducteur pendant 1 min

Si l'angle est supérieur à 60°, aucun essai n'est nécessaire et le produit est considéré comme satisfaisant aux exigences sans essais supplémentaires.

S'il s'avère impossible d'exercer une force sur le dispositif de connexion/déconnexion, le produit est considéré comme satisfaisant aux exigences sans essais supplémentaires.

9.3.3 Essais des fixations des couvercles, plaques de fermeture et organes de manœuvre

9.3.3.1 Généralités

Les fixations doivent être soumises à l'essai selon 9.3.3.2, 9.3.3.3 ou 9.3.3.4, selon le cas.

9.3.3.2 Essais des fixations reposant sur des vis ou des rivets

Pour les couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre dont les fixations sont à vis ou s'appuient sur des rivets, la vérification est effectuée par examen uniquement.

9.3.3.3 Essais des fixations qui peuvent être retirées par application d'une force perpendiculaire aux surfaces

Pour les couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre dont les fixations ne dépendent pas de vis ou de rivets, et dont le retrait est assuré par application d'une force à peu près perpendiculaire à la surface de montage/d'appui (voir le Tableau 17):

- lorsque leur retrait peut donner accès aux parties actives avec le calibre d'essai B de l'IEC 61032:1997:

La vérification est effectuée par les essais du 9.3.5;

- lorsque leur retrait peut donner accès, avec le calibre d'essai B de l'IEC 61032:1997, aux parties métalliques non -mises à la terre séparées des parties actives de sorte que les valeurs de ligne de fuite et de distance d'isolement dans l'air correspondent à celles du Tableau 7:

La vérification est effectuée par les essais du 9.3.6;

- lorsque leur retrait peut donner accès avec le calibre d'essai B de l'IEC 61032:1997, uniquement:

- aux parties isolantes; ou
- aux parties métalliques mises à la terre; ou
- aux parties métalliques isolées des parties actives de sorte que les valeurs de ligne de fuite et de distance d'isolement dans l'air soient égales à deux fois celles indiquées dans le Tableau 7; ou
- aux parties actives des circuits TBTS qui ne dépassent pas 25 V en courant alternatif:

La vérification est effectuée par les essais du 9.3.7.

Tableau 17 – Forces à appliquer aux couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre dont la fixation ne dépend pas de vis

Accessibilité avec le doigt d'essai après retrait des couvercles, plaques de fermeture ou de leurs parties	Essai selon le paragraphe	Force à appliquer			
		N			
		SSE conforme au 9.3.8 et au 9.3.9		SSE non conforme au 9.3.8 et au 9.3.9	
		Ne doit pas se détacher	Doit se détacher	Ne doit pas se détacher	Doit se détacher
Vers les parties actives	9.3.5	40	120	80	120
Vers les parties métalliques non mises à la terre séparées des parties actives par des lignes de fuite conformes au Tableau 7	9.3.6	10	120	20	120
Vers les parties isolantes, les parties métalliques mises à la terre, les parties actives de TBTS ≤ 25 V en courant alternatif ou les parties métalliques séparées des parties actives par des lignes de fuite et des distances d'isolement dans l'air égales à deux fois celles indiquées dans le Tableau 7	9.3.7	10	120	10	120

9.3.3.4 Essais des fixations qui peuvent être retirées à l'aide d'un outil

Pour les couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre dont les fixations ne dépendent pas de vis ou de rivets, et dont le retrait est assuré à l'aide d'un outil, conformément aux instructions du fabricant données dans une fiche ou un catalogue, la vérification est effectuée par les mêmes essais du 9.3.3.3 excepté qu'il n'est pas nécessaire que les couvercles, plaques de fermeture, organes de manœuvre ou leurs parties sortent lors de l'application d'une force maximale de 120 N perpendiculaire à la surface de montage/d'appui.

9.3.4 Essais de fixation des boutons

S'il est possible d'appliquer une traction axiale dans le cadre d'une utilisation normale, celle-ci doit être appliquée pendant 1 min pour tenter de retirer le bouton et éléments analogues.

La force de traction à appliquer est en principe de 15 N, mais si le bouton et les éléments analogues sont destinés à être tirés dans le cadre d'une utilisation normale, cette force augmente à 30 N.

Si les boutons et éléments analogues sont tels qu'une traction axiale est susceptible d'être appliquée dans le cadre d'une utilisation normale, une poussée axiale de 30 N est alors appliquée pendant 1 min à tous les boutons et éléments analogues.

Si une traction axiale est peu susceptible d'être appliquée dans le cadre d'une utilisation normale, la force peut être ramenée à 15 N.

Les boutons et éléments analogues doivent ensuite être manœuvrés 100 fois dans chaque sens et/ou position, selon le cas et sans force excessive.

Pendant et après ces essais, le SSE ne doit présenter aucun dommage, et aucun bouton ou élément analogue ne doit s'être déplacé, ce qui peut être à l'origine d'une non-conformité au présent document.

NOTE Les matériaux d'étanchéité et matériaux analogues, autres que les résines autodurcissantes, ne sont pas considérés comme adaptés pour empêcher le desserrage.

9.3.5 Essais des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre – Accessibilité aux parties actives

9.3.5.1 Généralités

Lors des essais de la force nécessaire pour que les couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre se détachent ou ne se détachent pas, les éprouvettes sont montées comme en utilisation normale. Le SSE pour pose encastrée est fixé dans des boîtes de montage appropriées, installées comme en utilisation normale de sorte que les bords des boîtes soient encastrés dans les parois, et que les couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre soient fixés. S'il est équipé de moyens de verrouillage qui peuvent être manœuvrés sans l'aide d'un outil, ces moyens sont déverrouillés.

La conformité est ensuite vérifiée par les essais du 9.3.5.2 et du 9.3.5.3.

9.3.5.2 Vérification de l'absence de retrait des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre

Des forces sont progressivement appliquées perpendiculaires aux surfaces de montage, de sorte que la force résultante qui agit sur le centre des couvercles, plaques de fermeture, organes de manœuvre ou leurs parties soit respectivement:

- de 40 N, pour les couvercles, plaques de fermeture, organes de manœuvre ou leurs parties qui satisfont aux essais du 9.3.8 et du 9.3.9; ou

- de 80 N, pour les autres couvercles, plaques de fermeture, organes de manœuvre ou leurs parties.

La force est appliquée pendant 1 min. Les couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre ne doivent pas se détacher.

Après l'essai, l'éprouvette ne doit présenter aucun dommage qui peut être à l'origine d'une non-conformité au présent document.

9.3.5.3 Vérification du retrait des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre

Une force maximale de 120 N est progressivement appliquée, perpendiculairement aux surfaces de montage/d'appui, aux couvercles, plaques de fermeture, organes de manœuvre ou leurs parties à l'aide d'un crochet placé tour à tour dans chaque rainure, trou, espace ou analogue, prévu pour les retirer.

Les couvercles, plaques de fermeture, organes de manœuvre doivent se détacher.

L'essai est effectué 10 fois sur chaque partie amovible, dont la fixation ne dépend pas de vis (avec répartition des points d'application de manière égale dans toute la mesure du possible), la force de retrait étant appliquée chaque fois aux différents trous ou éléments analogues prévus pour retirer la partie amovible.

Après l'essai, le SSE ne doit présenter aucun dommage qui peut être à l'origine d'une non-conformité au présent document.

9.3.6 Essais des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre – Accessibilité aux parties métalliques non mises à la terre séparées des parties actives

L'essai est effectué comme cela est décrit au 9.3.5, mais avec application, pour 9.3.5.2, des forces suivantes:

- 10 N, pour les couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre qui satisfont à l'essai du 9.3.8 et du 9.3.9;
- 20 N, pour les autres couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre.

9.3.7 Essais des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre – Accessibilité aux parties isolantes, aux parties métalliques mises à la terre, aux parties actives de TBTS ≤ 25 V en courant alternatif ou aux parties métalliques séparées des parties actives

L'essai est effectué comme cela est décrit au 9.3.5, mais avec l'application, pour 9.3.5.3, de la force de 10 N pour tous les couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre.

9.3.8 Essais des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre – Application des gabarits

Le gabarit représenté à la Figure 15 est poussé vers chaque côté de chaque couvercle, plaque de fermeture ou organe de manœuvre fixé sans vis sur une surface de montage ou d'appui, comme cela est représenté à la Figure 16. La face B reposant sur la surface de montage/d'appui et la face A lui étant perpendiculaire, le gabarit est appliqué perpendiculairement à chaque côté en essai.

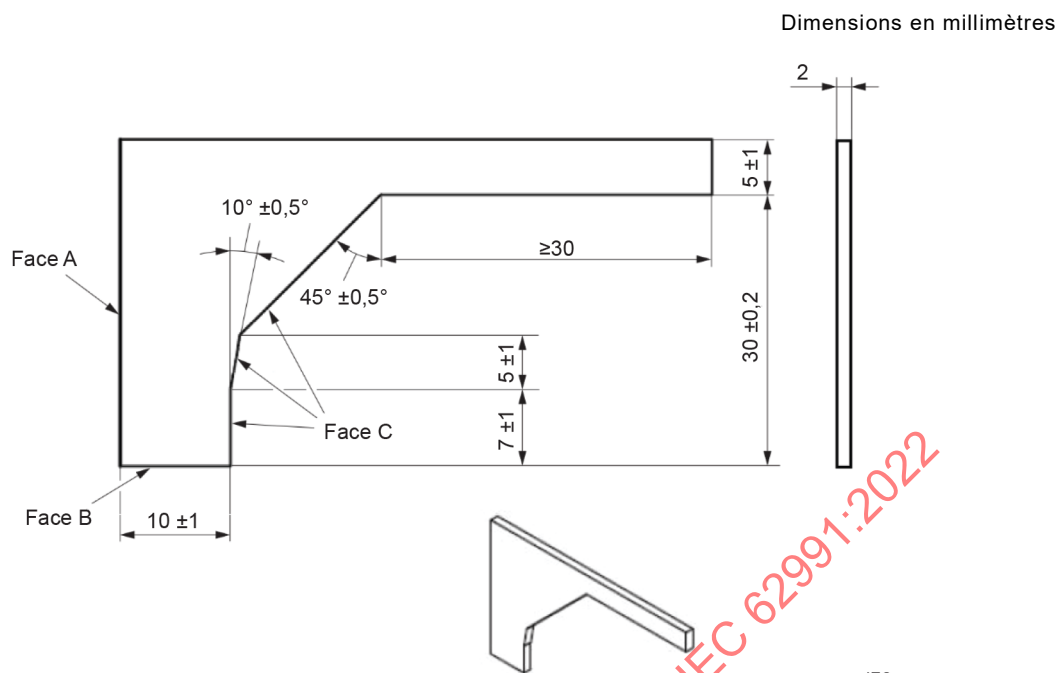
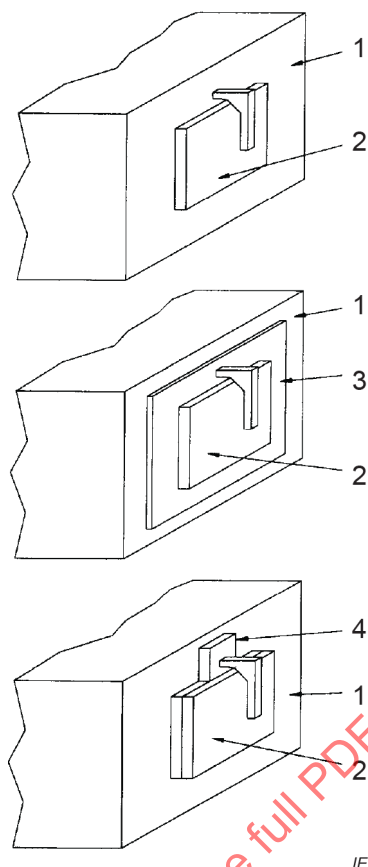


Figure 15 – Gabarit (épaisseur: environ 2 mm) pour la vérification du périmètre des couvercles, plaques de fermeture ou organes de manœuvre

**Légende**

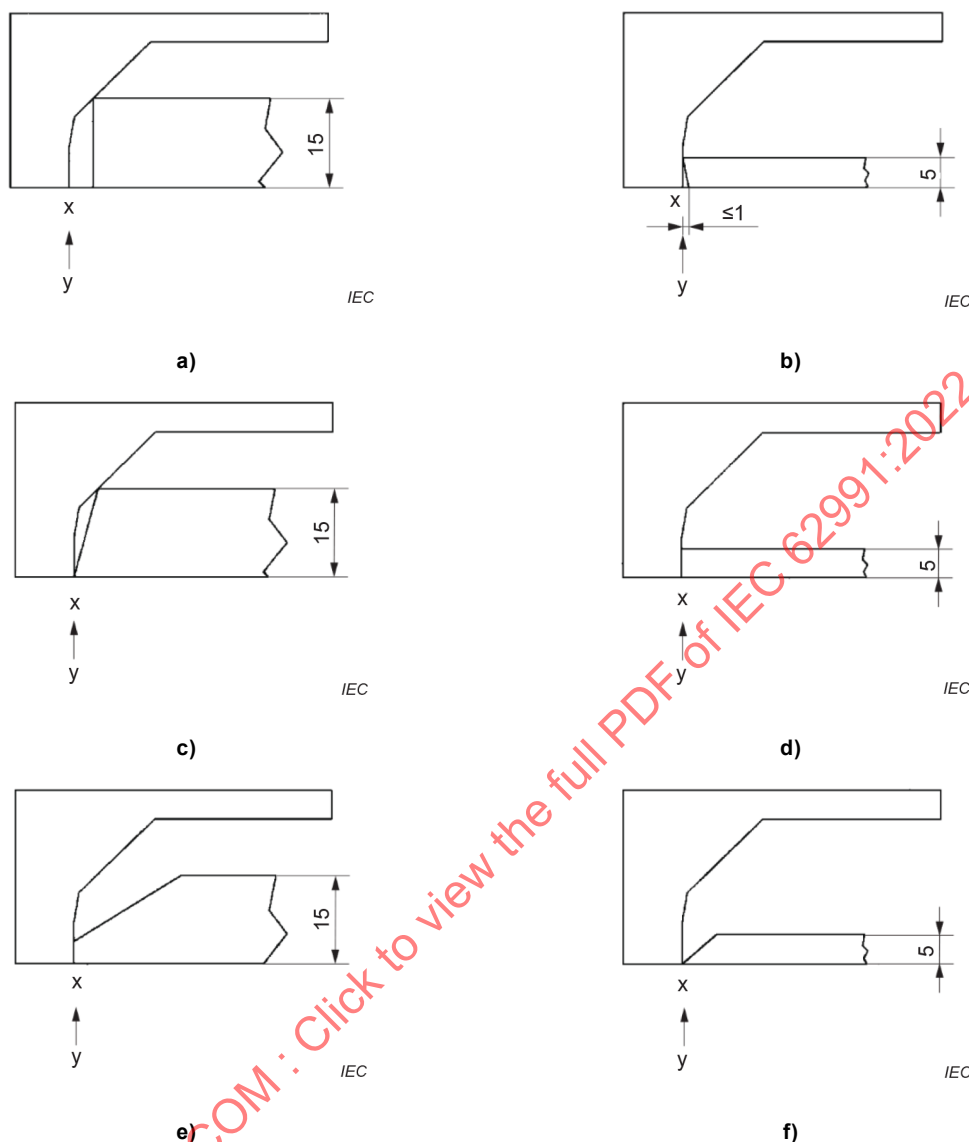
- 1 Surface de montage
- 2 SSE
- 3 Surface d'appui
- 4 Élément d'espacement de même épaisseur que la partie d'appui

Figure 16 – Exemple d'application du gabarit de la Figure 15 sur des couvercles fixés sans vis sur une surface de montage ou une surface d'appui

Dans le cas d'un couvercle ou d'une plaque de fermeture fixé(e) sans vis sur un autre couvercle ou une autre plaque de fermeture, de même contour, la face B du gabarit doit être placée au même niveau que la jonction. Le contour du couvercle ou de la plaque de fermeture ne doit pas dépasser celui de la surface d'appui.

Les distances entre la face C du gabarit et le contour du côté en essai, mesurées parallèlement à la face B, ne doivent pas diminuer (à l'exception des rainures, des trous, des contre-dépouilles ou éléments analogues, placés à moins de 7 mm d'un plan qui inclut la face B et qui satisfait à l'essai du 9.3.9) lorsque les mesurages sont répétés à partir du point X dans le sens de la flèche Y (voir la Figure 17).

Dimensions en millimètres



Légende

Cas a) et b): non conformes.

Cas c), d), e) et f): conformes (la vérification doit toutefois être effectuée également selon les exigences du 9.3.9 à l'aide du gabarit représenté à la Figure 15).

Figure 17 – Exemples d'applications du gabarit de la Figure 15

9.3.9 Essais des rainures, trous et contre-dépouilles

Un gabarit conforme à la Figure 18, appliqué avec une force de 1 N, ne doit pas entrer de plus de 1,0 mm depuis la partie supérieure d'une rainure, d'un trou, d'une contre-dépouille ou d'un élément analogue lorsque le gabarit est appliqué parallèlement à la surface de montage/d'appui et perpendiculairement à la partie en essai, comme cela est représenté à la Figure 19.

La vérification que le gabarit conforme à la Figure 18 est entré de plus de 1,0 mm est réalisée en fonction d'une surface perpendiculaire à la face B et qui inclut la partie supérieure du contour des rainures, trous, contre-dépouilles ou éléments analogues.

Dimensions en millimètres

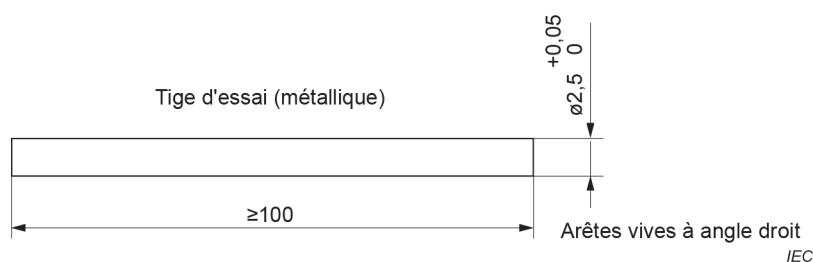
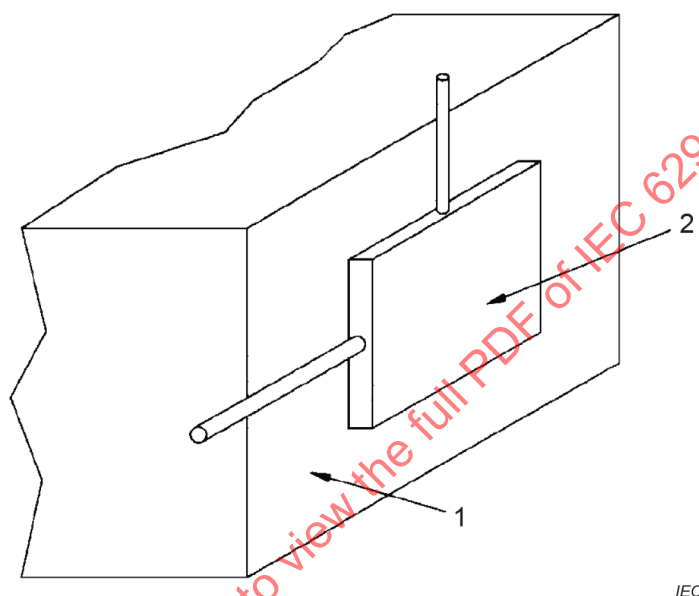


Figure 18 – Gabarit pour la vérification des rainures, trous et contre-dépouilles



Légende

- 1 Surface de montage
- 2 SSE

Figure 19 – Perspective isométrique indiquant le sens d'application du gabarit de la Figure 18

9.4 Mesurages des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite

Pour le mesurage des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite, voir également l'Annexe C.

Les mesurages sont réalisés sur une éprouvette équipée de conducteurs avec la plus grande section spécifiée dans le Tableau 8 et également sans conducteur.

Les distances à travers les encoches ou les orifices des parties externes du matériau isolant sont mesurées par rapport à une feuille métallique en contact avec la surface accessible. La feuille est poussée dans les coins et analogues au moyen du doigt d'essai droit disjoint qui présente les mêmes dimensions que le doigt d'essai normalisé de la Figure 20 (calibre d'essai B de l'IEC 61032:1997), mais sans appuyer sur les orifices.

Le conducteur doit être inséré dans la borne et connecté de sorte que l'isolation du conducteur entre en contact avec la partie métallique de l'organe de serrage ou, si la construction de l'isolation du conducteur empêche cette dernière d'entrer en contact avec la partie métallique, avec l'extérieur de l'obstruction.

Pour le SSE pour pose en saillie, le conduit ou câble le plus défavorable est introduit sur une distance de 1 mm dans l'éprouvette conformément au 8.2.2.2.

Si le cadre métallique qui soutient la base du SSE pour pose encastrée est amovible, il est placé dans la position la plus défavorable.

Une partie métallique en contact avec une partie métallique du mécanisme est considérée comme une partie métallique du mécanisme.

La contribution à la ligne de fuite d'une rainure de moins de 1 mm de largeur est limitée à sa largeur. Un entrefer de moins de 1 mm est ignoré dans le calcul de la distance d'isolement dans l'air totale.

NOTE La surface sur laquelle est montée la base de l'éprouvette pour pose en saillie inclut toutes les surfaces en contact avec la base lors de l'installation de l'éprouvette. Si une plaque métallique est placée à l'arrière de la base, elle n'est pas considérée comme la surface de montage.

Les matériaux isolants sont classés dans des groupes de matériaux en fonction de leur indice de résistance au cheminement (IRC) conformément au 4.6.3 de l'IEC 60664-1:2020.

9.5 Essai de fiabilité des vis, parties transportant le courant et connexions

Les vis ou écrous sont serrés et desserrés 5 fois.

L'essai est réalisé à l'aide d'un tournevis ou d'une clé d'essai adaptés, par application du couple comme cela est indiqué le Tableau 15.

Les vis et les écrous doivent être serrés en un seul mouvement régulier et continu.

L'essai est réalisé au moyen de conducteurs rigides uniquement, avec les sections les plus grandes spécifiées dans le Tableau 8 (sections massives ou câblées), selon la section la plus défavorable. Le conducteur est déplacé à chaque desserrage de la vis ou de l'écrou.

Pendant l'essai, les connexions vissées ne doivent pas se desserrer et ne doivent présenter aucun dommage (rupture des vis ou détérioration des fentes des têtes de vis, des filetages, des rondelles ou des étrières, par exemple) qui compromet l'utilisation ultérieure du SSE.

De plus, les enveloppes et couvercles ne doivent pas être endommagés.

9.6 Essai de fiabilité des bornes à vis pour conducteurs externes en cuivre

9.6.1 La conformité aux exigences du 8.2.5 est vérifiée par examen, par l'essai du 9.5, pour lequel un conducteur rigide en cuivre avec la plus grande section spécifiée dans le Tableau 8 est placé dans la borne (pour les sections nominales de plus de 6 mm², un conducteur rigide câblé est utilisé; pour les autres -sections nominales, un conducteur massif est utilisé), et par les essais du 9.6.2, du 9.6.3 et du 9.6.4.

Les essais du 9.6.2 au 9.6.4 sont réalisés à l'aide d'un tournevis ou d'une clé adapté(e) et par application du couple spécifié dans le Tableau 15.

9.6.2 Les bornes sont équipées de conducteurs en cuivre de même type (massifs, câblés ou souples) de la plus petite section et de la plus grande section spécifiées dans le Tableau 8.

La borne doit être adaptée à tous les types de conducteurs: rigides (massifs ou câblés) et souples, sauf spécification contraire par le fabricant.

Les bornes doivent être soumises à l'essai avec les sections minimale et maximale de chaque type de conducteurs sur des bornes neuves, comme suit:

- les essais des conducteurs massifs doivent utiliser des conducteurs de section comprise entre 1 mm² et 6 mm², selon le cas;
- les essais des conducteurs câblés doivent utiliser des conducteurs de section comprise entre 1,5 mm² et 50 mm², selon le cas;
- les essais des conducteurs souples doivent utiliser des conducteurs de section comprise entre 1 mm² et 35 mm², selon le cas.

NOTE Des informations sur AWG sont fournies à l'Annexe B.

Le conducteur est inséré dans une nouvelle borne sur la distance minimale spécifiée ou, si aucune distance n'est indiquée, jusqu'à ce qu'il dépasse simplement du côté le plus éloigné, et dans la position la plus susceptible de faciliter l'échappement du câble.

Les vis de serrage sont ensuite serrées selon un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne correspondante du Tableau 15.

Chaque conducteur est ensuite soumis à une traction dont la valeur, en newtons, est indiquée dans le Tableau 18, selon la section appropriée du conducteur soumis à l'essai.

Tableau 18 – Valeurs d'essai de traction

Section du conducteur inséré dans la borne mm ²	0,75 ^a	Plus de 0,75 jusqu'à 1 inclus	Plus de 1 jusqu'à 1,5 inclus	Plus de 1,5 jusqu'à 4 inclus	Plus de 4 jusqu'à 6 inclus	Plus de 6 jusqu'à 10 inclus	Plus de 10 jusqu'à 16 inclus	Plus de 16 jusqu'à 50 inclus
Traction (N)	30	35	40	50	60	80	90	100
Les bornes adaptées à d'autres diamètres doivent être soumises à l'essai uniquement avec la valeur maximale de la force de traction.								
^a Pour des valeurs inférieures à 0,75 mm ² , le fabricant doit donner les instructions en matière de force de traction.								

La traction est appliquée sans à-coup pendant 1 min dans le sens de l'axe du logement du conducteur.

Lorsque nécessaire, les valeurs vérifiées par essai pour les différentes sections avec la force de traction adaptée doivent être clairement indiquées dans le rapport d'essai.

Pendant l'essai, le conducteur ne doit pas se déplacer outre mesure dans la borne.

9.6.3 Les bornes sont équipées de conducteurs en cuivre de la plus petite section et de la plus grande section spécifiées dans le Tableau 8, (conducteurs massifs ou câblés), selon ce qui est le plus défavorable, et les vis de borne sont serrées selon un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 15.

Les vis de borne sont ensuite desserrées, et la partie du conducteur qui peut avoir été affectée par la borne est examinée.

Les conducteurs ne doivent présenter aucun dommage excessif ni de fils sectionnés.

NOTE Les conducteurs sont considérés comme endommagés de manière excessive s'ils présentent des indentations profondes ou vives.

Pendant l'essai, les bornes ne doivent pas se desserrer et ne doivent présenter aucun dommage (rupture des vis ou détérioration des fentes de tête de vis, des filetages, des rondelles ou des étriers, par exemple) qui compromet l'utilisation ultérieure de la borne.

9.6.4 Les bornes présentent la section la plus grande spécifiée dans le Tableau 8, pour un conducteur en cuivre câblé et/ou souple.

Avant l'insertion dans la borne, les fils du conducteur sont convenablement remodelés.

Le conducteur est inséré dans la borne jusqu'à ce qu'il atteigne le fond de la borne ou qu'il dépasse simplement du côté le plus éloigné de la borne et dans la position la plus susceptible de permettre à un ou plusieurs fils de s'échapper. La vis ou l'écrou de serrage est ensuite serré selon un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne correspondante du Tableau 15.

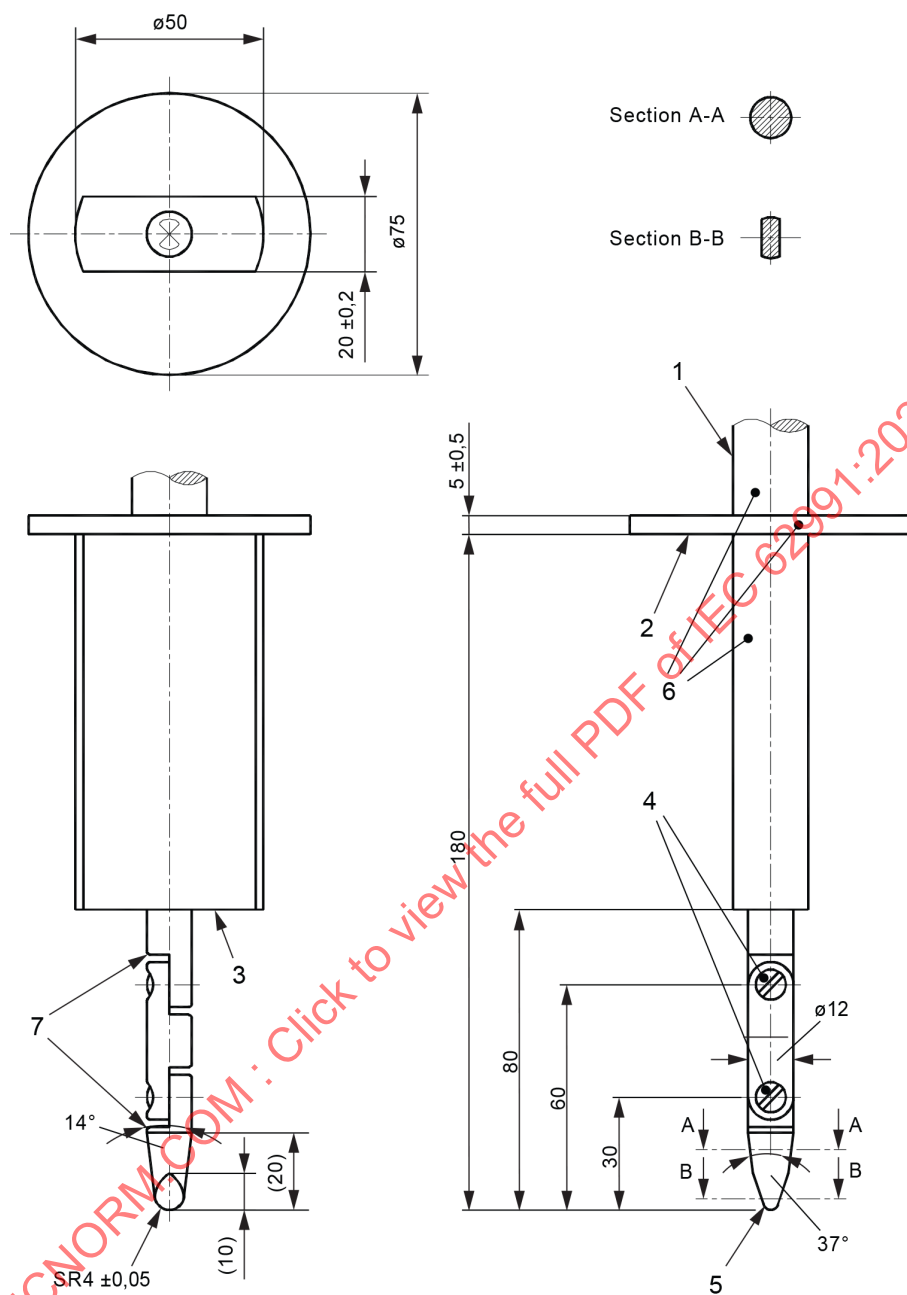
Après l'essai, aucun fil du conducteur ne doit s'être échappé en dehors du dispositif de retenue.

9.7 Essais de la protection contre les chocs électriques

Cette vérification s'applique aux parties du matériel auxquelles est exposé l'opérateur lorsqu'elles sont montées dans le cadre d'une utilisation normale.

L'essai est réalisé avec le doigt d'essai normalisé représenté à la Figure 20, sur l'éprouvette montée pour une utilisation normale et équipée des conducteurs avec les plus petites sections indiquées dans le Tableau 8. L'essai est ensuite répété avec les conducteurs qui présentent les plus grandes sections spécifiées dans le Tableau 8.

Dimensions en millimètres

**Légende**

- 1 Poignée
- 2 Protecteur
- 3 Face d'arrêt
- 4 Joints

Matériau: métal, sauf spécification contraire

Tolérances sur les dimensions sans tolérance particulière:

sur les angles: $+0/-10$

sur les dimensions linéaires:

jusqu'à 25 mm: $+0/-0,05$ plus de 25 mm: $\pm 0,2$

- 5 R2 $\pm 0,05$ cylindrique
- 6 Matériau isolant
- 7 Chanfreiner tous les bords

Les deux joints doivent permettre le mouvement dans le même plan et la même direction selon un angle de 90° avec une tolérance de $+10/0$

Figure 20 – Doigt d'essai joint
(calibre d'essai B conformément à l'IEC 61032:1997)

Le doigt d'essai normalisé doit être conçu de manière à pouvoir faire tourner chacune des sections jointes à 90° par rapport à l'axe du doigt, uniquement dans la même direction.

Le doigt d'essai est appliqué dans chaque position de pliure possible d'un doigt réel, et un voyant de contact électrique est par ailleurs utilisé pour confirmer le contact avec les parties actives.

Il est recommandé d'utiliser un voyant de continuité électrique (une lampe, par exemple) qui fonctionne à partir d'une tension d'au moins 40 V, avec une borne connectée entre toutes les bornes actives de l'éprouvette reliées entre elles, et l'autre borne connectée au doigt d'essai afin de vérifier la possibilité de contact avec toute partie active de l'éprouvette.

De plus, les éprouvettes dont les enveloppes sont en matériau élastomère sont soumises à l'essai supplémentaire suivant, qui est effectué à une température ambiante de $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, l'éprouvette étant à cette température.

Pendant l'essai supplémentaire, l'éprouvette est soumise pendant 1 min à une force de 75 N, appliquée avec le bout du doigt d'essai droit disjoint dont les dimensions sont les mêmes que celles du doigt d'essai normalisé.

Ce doigt, avec un voyant électrique tel que décrit dans le présent paragraphe 9.7, est appliqué à tous les emplacements auxquels un fléchissement du matériau isolant peut compromettre la sécurité de l'éprouvette, mais pas sur les membranes, ouvertures défonçables ou éléments analogues.

Le SSE non protégé dont les parties ne sont pas destinées à être couvertes par une enveloppe, est soumis à l'essai avec un panneau avant métallique et est monté comme en utilisation normale.

Pendant cet essai, les éprouvettes et leurs moyens de montage associés ne doivent pas se déformer à un point tel que les parties actives peuvent être touchées avec le doigt d'essai disjoint.

Si le SSE comporte un trou qui permet d'ajuster les réglages de l'électronique et que ce trou est signalé comme tel, l'ajustement ne doit pas impliquer le risque de choc électrique.

La vérification est effectuée par application d'une broche d'essai selon la Figure 21 à travers le trou. La broche ne doit pas entrer en contact avec les parties actives.

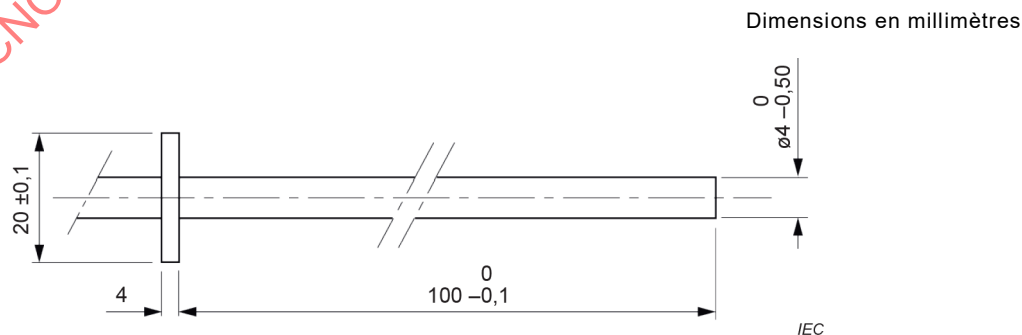


Figure 21 – Broche d'essai pour la vérification de la protection contre les chocs électriques

9.8 Essais de propriétés diélectriques

9.8.1 Généralités

Les essais du 9.8.3 au 9.8.6 sont effectués après les essais du 9.8.2 dans l'armoire pour essais climatiques ou dans la salle dans laquelle les éprouvettes ont été amenées à la température indiquée, après avoir remonté les parties qui peuvent être déposées sans l'aide d'un outil et qui ont été retirées pour l'essai.

Les essais sont effectués à la suite sur les mêmes éprouvettes.

9.8.2 Essais de résistance à l'humidité

Les entrées, le cas échéant, restent ouvertes. Si des ouvertures défonçables sont prévues, l'une d'elles est ouverte.

Les parties qui peuvent être déposées sans l'aide d'un outil le sont, puis sont soumises au traitement à l'humidité avec la partie principale. Les couvercles à ressort restent ouverts pendant ce traitement.

Le traitement à l'humidité est effectué dans une armoire pour essais climatiques qui contient de l'air avec une humidité relative maintenue entre 91 % et 95 %.

La température de l'air dans lequel les éprouvettes sont placées est maintenue dans les limites de ± 1 °C d'une valeur pratique de température T comprise entre 20 °C et 30 °C.

Avant d'être placées dans l'armoire pour essais climatiques, les éprouvettes sont amenées à une température comprise entre T et $T + 4$ °C.

Les éprouvettes sont conservées dans l'armoire pendant deux jours (48 h).

NOTE Une humidité relative comprise entre 91 % et 95 % peut être obtenue en plaçant dans l'armoire pour essais climatiques une solution saturée de sulfate de sodium (Na_2SO_4) ou de nitrate de potassium (KNO_3) dans l'eau en prévoyant une surface de contact avec l'air suffisamment importante.

Après ce traitement, l'échantillon ne doit présenter aucun dommage au sens du présent document et doit résister aux essais des 9.8.3, 9.8.4, 9.8.5 et 9.8.6.

9.8.3 Essais de la résistance d'isolement des circuits principaux

30 min à 60 min après le traitement à l'humidité du 9.8.2, la résistance d'isolement est mesurée avec une tension continue d'environ 500 V, le mesurage étant réalisé 5 s après l'application consécutive de la tension dans l'ordre suivant:

- a) l'éprouvette est en position fermée, entre chaque pôle et entre tous les autres pôles connectés l'un à l'autre et le corps (Tableau 19, point 1). L'essai est réalisé une fois en position I et une fois en position II;

NOTE Les composants électroniques peuvent être déconnectés pour cet essai.

- b) l'éprouvette est en position fermée entre tous les pôles connectés l'un à l'autre et le corps, y compris une feuille métallique ou une partie en contact avec la surface externe du boîtier du matériau isolant, avec toutefois les surfaces de borne laissées totalement libres afin d'éviter un contournement entre les bornes et la feuille métallique (Tableau 19, point 2). L'essai est réalisé une fois en position I et une fois en position II;
- c) l'éprouvette est en position ouverte, entre chaque paire de bornes électriquement connectées l'une à l'autre lorsque les contacts du SSE sont en position fermée, tour à tour sur chaque pôle (Tableau 19, point 3). L'essai est réalisé une fois en position I et une fois en position II. De plus, pour les dispositifs avec une position OFF selon 4.11, l'essai est également réalisé en position OFF;

- d) pour le SSE avec une enveloppe métallique à revêtement interne de matériau isolant: entre le corps et une feuille métallique en contact avec la surface interne des revêtements de matériau isolant, y compris les traversées et dispositifs similaires (Tableau 19, point 4).

Les mesurages de a), b) et c) sont effectués après avoir connecté tous les circuits auxiliaires et de commande au corps.

Le terme "corps" inclut:

- toutes les parties métalliques accessibles et une feuille métallique en contact avec la surface externe des parties extérieures accessibles du matériau isolant qui sont accessibles après l'installation comme en utilisation normale;
- les cadres métalliques qui soutiennent la base du SSE pour pose encastrée;
- la surface sur laquelle la base de l'éprouvette est montée, recouverte, si nécessaire, d'une feuille métallique;
- les vis de fixation et autres dispositifs de fixation des parties principales, bases ou couvercles et plaques de fermeture, vis d'assemblage externe, bornes de terre et toutes les parties métalliques du mécanisme, s'il doit être isolé des parties actives.

Pour les mesurages avec une feuille métallique, ladite feuille est appliquée de manière à soumettre effectivement à l'essai le matériau d'étanchéité.

L'essai selon le Tableau 19, point 4, est effectué uniquement si le revêtement isolant est nécessaire pour assurer l'isolation.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure aux valeurs indiquées dans le Tableau 19.

L'enveloppement de la surface externe avec la feuille métallique ou la mise en contact de ladite feuille avec la surface interne des parties du matériau isolant, permet d'appuyer la feuille contre les trous ou les rainures sans force excessive au moyen du doigt d'essai normalisé (calibre d'essai 11 de l'IEC 61032:1997).

9.8.4 Essais de la rigidité diélectrique des circuits principaux

Après que l'éprouvette a passé les essais du 9.8.3, l'isolation des parties indiquées au 9.8.3 est soumise pendant 1 min à une tension de forme pratiquement sinusoïdale dont la fréquence est comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

Les essais sont effectués à la suite aux tensions d'essai et aux points d'application décrits dans le Tableau 19.

Au départ, pas plus de la moitié de la tension spécifiée est appliquée. Elle est ensuite élevée rapidement à la pleine valeur dans les 5 s.

Le transformateur à haute tension utilisé pour l'essai doit être conçu comme suit. Lorsque les bornes de sortie sont mises en court-circuit après que la tension de sortie a été ajustée à la tension d'essai appropriée, le courant de sortie est d'au moins 200 mA. Le relais à maximum de courant ne doit pas se déclencher lorsque le courant de sortie est inférieur à 100 mA. La valeur efficace de la tension d'essai appliquée doit être mesurée avec une exactitude de $\pm 3\%$.

Aucun contournement ou aucun claquage ne doit se produire pendant l'essai.

Les décharges lumineuses sans chute de tension sont ignorées.

NOTE Dans le pays suivant, l'essai du point 7 du Tableau 19 est réalisé entre les parties actives et les boutons métalliques, les boutons-poussoirs métalliques et la feuille métallique en contact avec la surface externe des parties extérieures accessibles et les touches de manœuvre du matériau isolant: AU.