

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Particular requirements for load-shedding equipment (LSE)

Exigences spécifiques pour les délesteurs (LSE)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62962:2019



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Particular requirements for load-shedding equipment (LSE)

Exigences spécifiques pour les délesteurs (LSE)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.015; 29.020

ISBN 978-2-8322-7385-2

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.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	14
4 General requirements	22
4.1 General.....	22
4.2 Architecture	23
4.3 Standard conditions for operation in service.....	24
5 General remarks on tests	25
5.1 Environmental conditions	25
5.1.1 General	25
5.1.2 Ambient temperature range in normal use.....	25
5.1.3 Relative humidity	25
5.1.4 Altitude	25
5.2 General testing procedure and samples	26
6 Ratings.....	27
6.1 Rated values.....	27
6.1.1 Rated operational voltages	27
6.1.2 Rated insulation voltage	27
6.1.3 Rated impulse voltage	27
6.1.4 Maximum value of rated current.....	27
6.1.5 Preferred rated current values (I_n).....	27
6.1.6 Minimum value of rated making and breaking capacity (I_{RMS})	28
6.1.7 Rated frequency	28
6.1.8 Rated conditional short-circuit current.....	28
6.1.9 Preferred rated load-shedding current (power) values (I_nL_S , P_nL_S).....	28
6.2 Time-current characteristic for LSEs monitoring the current	28
6.2.1 LSE operating principle.....	28
6.2.2 Current limits (I_nL_S).....	30
6.2.3 Minimum switch OFF-time	30
6.2.4 Reclosing conditions.....	31
6.3 Time-power characteristic	32
6.4 LSE shedding sequence	32
7 Classification.....	33
7.1 General.....	33
7.2 According to the LSE functional category	33
7.3 According to the switching means	34
7.4 According to the possibility of adjusting the rated load-shedding current(s) (or power)	34
7.5 According to the shedding sequence.....	34
7.6 According to the design	34
7.6.1 Stand-alone LSE with internal or external sensors or measuring units	34
7.6.2 LSE with external sensor	34
7.6.3 Combined LSE (or assembled LSE).....	34
7.7 According to the method of mounting	34

7.8	According to the type of terminals	34
7.9	According to the contact openings	34
7.10	According to the protection against external influences	35
7.11	According to the number of poles	35
7.12	According to the type of monitored parameters	35
8	Markings and information	35
8.1	General	35
8.2	Test of markings	36
9	Protection against electric shock	36
9.1	General	36
9.2	Test for protection against electric shock	37
10	Terminals for external copper conductors	40
10.1	General	40
10.2	Terminals with screw clamping for external copper conductors	40
10.2.1	General	40
10.2.2	Conductor fitting	46
10.2.3	Mechanical strength of terminals	46
10.2.4	Resistance to corrosion of terminals	46
10.2.5	Clamping effects on conductors	46
10.2.6	Clamping reliability of terminals	47
10.2.7	Clamping length of terminals	48
10.2.8	Reliability of terminals	49
10.2.9	Accidental loosening of earthing terminals	49
10.2.10	Resistance to corrosion of earthing terminals	49
10.2.11	Additional requirements for the design of pillar terminals	50
10.2.12	Additional requirements for the design of lug terminals	50
10.2.13	Additional requirements for terminals for the connection of external conductors	50
10.3	Screwless terminals for external copper conductors	50
10.3.1	General	50
10.3.2	Conductor fittings	50
10.3.3	Connection of conductors	51
10.3.4	Type of material	51
10.3.5	Conductors clamping	51
10.3.6	Operation of terminals	51
10.3.7	Multi conductor terminals	52
10.3.8	Introduction of conductors	52
10.3.9	Fixing of terminals	52
10.3.10	Mechanical strength	52
10.3.11	Electrical and thermal stress resistance	54
10.3.12	Mechanical reliability	56
11	Constructional requirements	59
11.1	General	59
11.2	Mechanical requirements for insulating means	59
11.3	Installation requirements	59
11.4	Fixing of covers, cover plates and actuating members	62
11.4.1	General	62
11.4.2	Fixings based on screws or rivets	63

11.4.3	Fixings which may be removed by applying a force perpendicular to the surfaces	63
11.4.4	Fixings which may be removed using a tool	63
11.5	Attachment of knobs	64
11.6	Mounting means	64
11.7	Accessories	64
12	Mechanism and operating means	64
12.1	General.....	64
12.2	Indication of the position	65
12.3	Rest position.....	65
12.4	Making and breaking.....	65
12.5	Action of the mechanism without cover or cover plate	65
12.6	Fixings and removal of operating means	65
12.7	Locking.....	66
12.8	Status indicators	66
13	Resistance to ageing and humidity	66
13.1	Resistance to ageing	66
13.2	Resistance to humidity.....	67
14	Insulation resistance and dielectric strength	67
14.1	General.....	67
14.2	Insulation resistance of the main circuit	67
14.3	Dielectric strength of main circuits	68
14.4	Insulation resistance and dielectric strength of other circuits.....	70
14.5	Verification of impulse withstand voltages (across clearances and through solid insulations).....	71
14.5.1	General testing procedure	71
14.5.2	Verification of clearances with the impulse withstand voltage tests	72
15	Temperature rise	72
15.1	General.....	72
15.2	Test setup.....	73
15.3	Test procedure.....	74
16	Making and breaking capacity.....	76
17	Normal operation.....	76
17.1	Functional tests: disconnection and reclosing	76
17.1.1	General	76
17.1.2	Disconnection tests	77
17.1.3	Reclosing tests	78
17.1.4	Load-shedding sequence(s) tests	79
17.1.5	Remotely controlled LSE and LSE with connection to other external equipment.....	79
17.2	Endurance test.....	79
18	Mechanical strength	80
18.1	General.....	80
18.2	Pendulum hammer test	81
18.3	Covers, cover plates or actuating members – Accessibility to live parts	89
18.3.1	General	89
18.3.2	Verification of the non-removal of covers, cover plates or actuating members	89
18.3.3	Verification of the removal of covers, cover plates or actuating members.....	89

18.4	Covers, cover plates or actuating members – Accessibility to non-earthed metal parts separated from live parts	90
18.5	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	90
18.6	Covers, cover plates or actuating members – Application of gauges	90
18.7	Grooves, holes and reverse tapers	92
18.8	Rail mounted LSEs	93
19	Resistance to heat	94
19.1	General	94
19.2	Basic heating test	94
19.3	Ball-pressure test on parts of insulating material necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position	95
19.4	Ball-pressure test on parts of insulating material not necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position	95
20	Screws, current carrying capacity and connections	95
20.1	General	95
20.2	Correct insertion of screws	96
20.3	Contact pressure of electrical connections	97
20.4	Screws and rivets used both as electrical and mechanical connections	97
20.5	Material of current-carrying parts	97
20.6	Thread-forming and thread-cutting screws	98
21	Creepage distances, clearances and distances through sealing compound	98
21.1	General	98
21.2	Measurements	98
21.3	Insulating compound	99
22	Resistance of insulating material to abnormal heat and fire	101
22.1	General	101
22.2	Glow-wire test	101
23	Resistance to rusting	103
24	EMC requirements	104
24.1	General	104
24.2	Immunity	104
24.2.1	General	104
24.2.2	Voltage dips and short interruptions	105
24.2.3	Surge immunity test for 1,2/50 wave impulses	105
24.2.4	Electrical fast transient/burst test	106
24.2.5	Electrostatic discharge test	106
24.2.6	Radiated electromagnetic field test	107
24.2.7	Radio-frequency voltage test	107
24.2.8	Power-frequency magnetic field test	108
24.3	Emission	108
24.3.1	General	108
24.3.2	Low-frequency emission	108
24.3.3	Radio-frequency emission	108
25	Coordination with short-circuit devices	108
25.1	General requirements for coordination	108
25.2	Testing conditions	108
25.2.1	Test circuit	108

25.2.2	Tolerances on test quantities	112
25.2.3	Power factor of the test circuit	112
25.2.4	Power frequency recovery voltage	113
25.2.5	Calibration of the test circuit	113
25.2.6	Sequence of operations	113
25.3	Tests of coordination between the LSE and the SCPD	113
25.3.1	General	113
25.3.2	Verification of the coordination at the rated conditional short-circuit current (I_{nc})	114
25.3.3	Verification at the instantaneous tripping of the SCPD	114
25.3.4	Condition of the LSE during and after tests	114
26	Tests under abnormal conditions	114
26.1	General	114
26.2	Tests under fault conditions	115
26.3	Overload tests	116
27	Components	116
27.1	Fuses	117
27.2	Capacitors	117
27.3	Resistors	118
27.4	Automatic protective devices (other than fuses)	118
27.4.1	General	118
27.4.2	Cut-outs	118
27.4.3	Automatic protective devices	120
27.5	Transformers	120
Annex A (normative)	Test sequences and number of specimens	121
Annex B (informative)	Correspondence between ISO and AWG copper conductors	123
Annex C (normative)	Determination of clearances and creepage distances	124
C.1	General	124
C.2	Orientation and location of a creepage distance	124
C.3	Creepage distances where more than one material is used	124
C.4	Creepage distances split by floating conductive part	124
C.5	Measurement of creepage distances and clearances	124
Annex D (normative)	Arrangement for the detection of the emission of ionized gases during short-circuit tests	128
Bibliography		131
Figure 1	– Energy efficiency management system	11
Figure 2	– LSE general architecture	24
Figure 3	– Time-current characteristic of a Class A LSE	29
Figure 4	– Joined test finger (test probe B according to IEC 61032:1997)	38
Figure 5	– Test pin for checking the protection against electric shock	40
Figure 6	– Terminals with stirrup	41
Figure 7	– Pillar terminals	41
Figure 8	– Screw terminals and stud terminals	43
Figure 9	– Saddle terminals	44
Figure 10	– Lug terminals	45
Figure 11	– Test apparatus for checking damage to conductors	54

Figure 12 – Information for deflection test	57
Figure 13 – Determination of the direction of the forces to be applied	61
Figure 14 – Direction for the conductor pull of 30 N for 1 min	62
Figure 15 – Pendulum impact test apparatus	82
Figure 16 – Pendulum impact test apparatus (striking element)	83
Figure 17 – Mounting support of specimens	84
Figure 18 – Mounting block for a flush type LSE	85
Figure 19 – Example of mounting support of a panel board type LSE	86
Figure 20 – Example of mounting support for a rear fixed LSE	87
Figure 21 – Gauge (thickness: about 2 mm) for the verification of the outline of covers, cover-plates or actuating members	90
Figure 22 – Example of application of the gauge of Figure 21 on covers fixed without screws on a mounting surface or supporting surface	91
Figure 23 – Examples of applications of the gauge of Figure 21	92
Figure 24 – Gauge for verification of grooves, holes and reverse tapers	93
Figure 25 – Sketch showing the direction of application of the gauge of Figure 24	93
Figure 26 – Application of forces on a rail-mounted LSE	94
Figure 27 – Ball-pressure test apparatus	95
Figure 28 – Thread-cutting screw	96
Figure 29 – Thread-forming screw	96
Figure 30 – Diagrammatic representation	102
Figure 31 – Typical diagram for all coordination tests	110
Figure 32 – Detail of impedances Z and Z_1	110
Figure C.1 – Example 1	125
Figure C.2 – Example 2	125
Figure C.3 – Example 3	125
Figure C.4 – Example 4	126
Figure C.5 – Example 5	126
Figure C.6 – Example 6	126
Figure C.7 – Example 7	127
Figure D.1 – Test arrangement	129
Figure D.2 – Grid	130
Figure D.3 – Grid circuit	130
Table 1 – Cross-sectional areas (S) of test copper conductors corresponding to the rated currents	26
Table 2 – Rated impulse voltage as a function of the nominal voltage of the installation	27
Table 3 – Load-shedding classes	30
Table 4 – Disconnecting time	31
Table 5 – Load-shedding classes	32
Table 6 – Disconnecting time	32
Table 7 – Load-shedding functional categories	33
Table 8 – Marking and position of marking	35

Table 9 – Relationship between rated currents and connectable cross-sectional areas of copper conductors	39
Table 10 – Dimensions and tightening torque of pillar terminals	42
Table 11 – Dimensions and tightening torque for screw and stud terminals	44
Table 12 – Dimensions and tightening torque for saddle terminals	45
Table 13 – Dimensions and tightening torque for lug terminals	45
Table 14 – Tightening torque for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals	47
Table 15 – Test values for pulling out test	48
Table 16 – Relationship between rated currents and connectable cross-sectional areas of copper conductors for screwless terminals	51
Table 17 – Test values for flexion and pull out for copper conductors	53
Table 18 – Test current for the verification of electrical and thermal stresses in normal use of screwless terminals	55
Table 19 – Cross-sectional areas of rigid copper conductors for deflection test of screwless terminals	58
Table 20 – Deflection test forces	58
Table 21 – Forces to be applied to covers, cover-plates or actuating members whose fixing is not dependent on screws	63
Table 22 – Test voltage, points of application and minimum values of insulating resistance for the verification of dielectric strength	69
Table 23 – Test voltages of auxiliary circuits	71
Table 24 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage	72
Table 25 – Temperature-rise test currents and cross-sectional areas of copper conductors	73
Table 26 – Permissible temperature rise values (based on Table 3 of IEC 60065:2001)	75
Table 27 – Number of operations for normal operation test	80
Table 28 – Height of fall for impact test	88
Table 29 – Minimum clearances and creepage distances	100
Table 30 – Immunity tests (overview)	104
Table 31 – Voltage dip and short-interruption test values	105
Table 32 – Surge immunity test voltages	106
Table 33 – Fast transient test values	106
Table 34 – Minimum values of I^2t and I_p	111
Table 35 – Power factors for short-circuit tests	112
Table 36 – Capacitors	118
Table A.1 – Specimen for tests	122
Table B.1 – Correspondence between ISO and AWG copper conductors	123

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PARTICULAR REQUIREMENTS FOR
LOAD-SHEDDING EQUIPMENT (LSE)****FOREWORD**

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

International Standard IEC 62962 has been prepared by subcommittee 23K: Electrical energy efficiency products, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

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

FDIS	Report on voting
23K/47/FDIS	23K/48/RVD

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

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

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 web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. 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 publication 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.

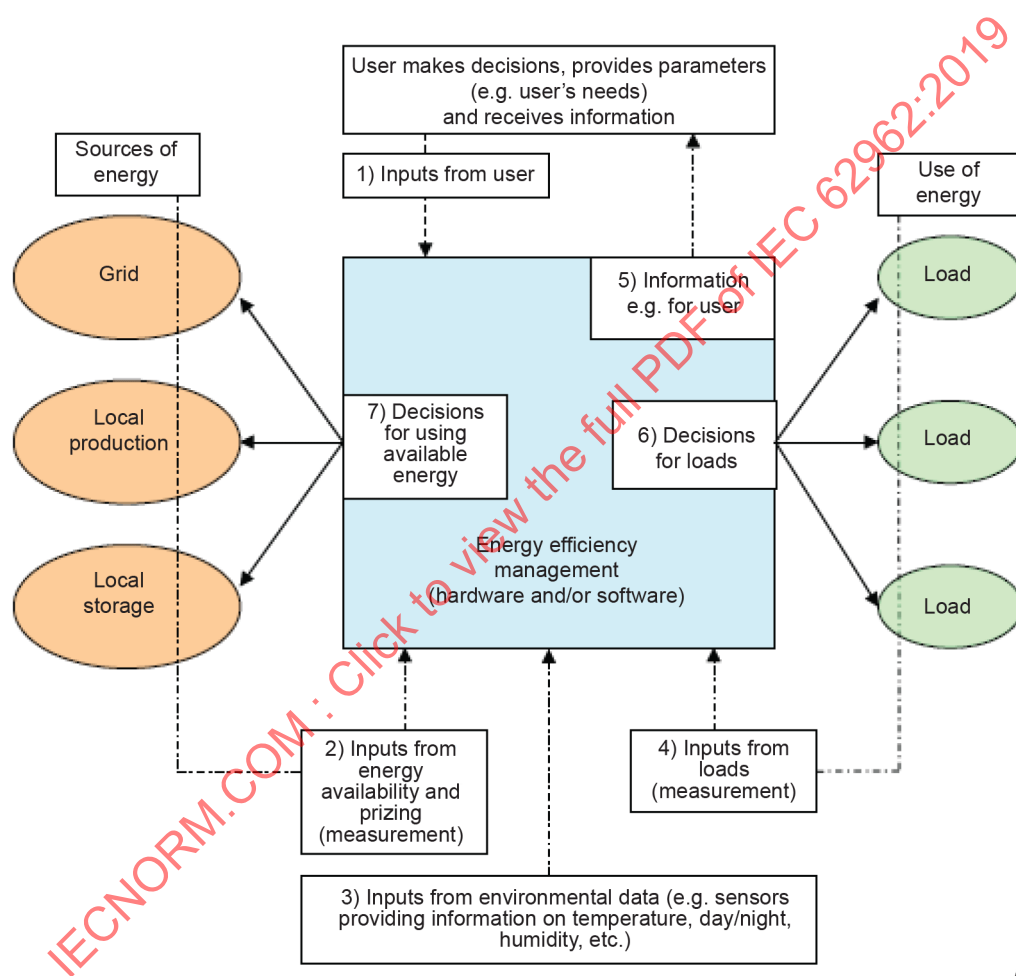
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62962:2019

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 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 which is based on the price of electricity, electrical consumption and real-time adaptation, as described in Figure 1 according to IEC 60364-8-1:2019.



IEC

Figure 1 – Energy efficiency management system

This document applies to load-shedding equipment (LSE), for household and similar uses.

The LSE is an equipment able to respond to the monitored current or power, or alternative monitored parameters to switch ON and OFF selected loads when certain conditions are met.

The load-shedding function is used in energy management systems to optimize the overall use of electrical energy including production and storage, and can be used for example for energy efficiency purposes as per IEC 60364-8-1:2019.

PARTICULAR REQUIREMENTS FOR LOAD-SHEDDING EQUIPMENT (LSE)

1 Scope

The purpose of this document is to provide requirements for equipment to be used in energy efficiency systems. This document covers load-shedding equipment (LSE).

Guidelines relating to safety for LSE as given in IEC Guide 110 have been followed.

This document applies to load-shedding equipment for household and similar uses. The load-shedding function is used in energy management systems to optimize the overall use of electrical energy including production and storage. Load-shedding can be used for example for energy efficiency purposes as per IEC 60364-8-1:2019.

This document applies to LSE for operation under normal conditions:

- AC circuits with a rated frequency of 50 Hz, 60 Hz or both, with a rated voltage not exceeding 440 V (between phases), a rated current not exceeding 125 A and a rated short-circuit capacity not exceeding 25 000 A; or
- DC circuits¹.

LSEs are intended to control the energy supplied to one or more load, circuit or mesh when:

- defined conditions of time and current are reached;
- a command or information from an external system is received.

An LSE is intended to serve as:

- a single equipment having all the necessary means able to control the loads (e.g. the electrical energy management function is embedded in such an equipment); or
- a unit integrated into a more complex equipment or an independent equipment being part of an electrical energy management system (EEMS); or
- an assembly of independent equipment forming an LSE (e.g. an LSE with external current sensors); or
- as a combination of the above points.

LSE can have a wireless interface.

LSE is part of the fixed installation.

NOTE 1 This document covers load shedding equipment in the fixed installations including portable appliances connected thereto.

LSE are intended for use in circuits with protection against electrical shock and over-current according to IEC 60364 (all parts).

NOTE 2 For example, fault protection (indirect contact protection) can be covered as follows:

- in TT systems, by an upstream RCBOs or RCCBs according to IEC 61008-1 and IEC 61009-1;

¹ LSE for DC circuits are under consideration.

– in a TN system, by an upstream over-current protective device.

LSEs do not, by their nature, provide an isolation function nor the over-current protection.

LSEs are normally installed by instructed persons (IEC 60050-195:1998, 195-04-02) or skilled persons (IEC 60050-195:1998, 195-04-01) and normally used by ordinary persons (IEC 60050-195:1998, 195-04-03).

This document contains all requirements necessary to ensure compliance with the operational characteristics required by type tests for LSEs based on single equipment or based on an assembly of independent equipment.

These requirements apply for standard conditions of temperature and environment as given in 5.1. They are applicable to LSEs with a degree of protection of IP 20 intended for use in an environment with pollution degree 2. For LSE having a degree of protection higher than IP 20 according to IEC 60529, for use in locations where arduous environmental conditions prevail (e.g. excessive humidity, heat or cold or deposition of dust) and in hazardous locations (e.g. where explosions are liable to occur), special construction can be required.

If other functions are included in LSE, these functions are covered by the relevant standards.

This document does not address communication aspects such as protocols, interoperability, data security and any other related aspects.

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 60065:2001, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*²

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

IEC 60127 (all parts), *Miniature fuses*

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

IEC 60317-0-1:1997, *Specifications for particular types of winding wires – Part 0: General requirements – Section 1: Enamelled round copper wire*²

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60384-14:1993, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*²

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

² A more recent edition exists for this standard.

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-2-10:2000, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*²

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*²

IEC 60730 (all parts), *Automatic electrical controls*

IEC 61000-2-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*

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*

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

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers*

CISPR 15, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*

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:

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

3.1

electrical energy efficiency

system approach to optimize the efficiency of electrical energy use

3.2

electrical energy management system

EEMS

system operating and controlling energy resources and loads of the installations

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.3

load

any equipment connected to LSE output

Note 1 to entry: A load may include combinations of equipment, meshes or circuits.

3.4

rated load-shedding current value

$I_n L_s$

nominal value of the load-shedding current assigned to the LSE

Note 1 to entry: The load-shedding function has a specific time-current (power) characteristic as shown in 6.2 and 6.3.

Note 2 to entry: The corresponding nominal value assigned to the LSE for the rated load-shedding power is represented by $P_n L_s$.

3.5

operating cycle

minimum period of time allowed between two allowed switch OFF operation

3.6

shedding sequence

number of operating cycles as declared by the manufacturer, optionally extended to a number of lockout periods, which may or may not terminate into a permanent lockout

Note 1 to entry: A sequence is defined, for example, in terms of number of operations/lockout duration, etc.

3.7

lockout period

minimum time duration during which the LSE shall not reclose the loads after a previous attempt

3.8

load-shedding equipment

LSE

equipment able to respond to the monitored current or power, or alternative monitored parameters in order to switch ON and OFF selected loads when certain conditions are met

Note 1 to entry: An LSE may be defined with different rated values for $I_n L_s$ ($P_n L_s$).

Note 2 to entry: An LSE may be a single equipment or a combination of several units.

Note 3 to entry: An LSE able to monitor alternative parameters are under consideration.

Note 4 to entry: These conditions may include, but are not limited to:

- total load current (power) above a specified value;
- price and/or availability of energy;

- user priorities;
- climatic conditions.

Note 5 to entry: This note applies to the French language only.

3.9

mesh

group of electrical equipment powered from one or several circuits of the electrical installation for one or several zones including one or several services for the purpose of electrical energy efficiency

EXAMPLE

- one or several circuits for one service of one or several zones, for example circuits dedicated to light the kitchen, the hotel reception or lobby, the swimming pool etc.;
- one or several circuits for one or several services within one zone only, for example circuits for heating and lighting the hotel reception;
- one or several circuits dedicated to one service in one zone only, for example circuits for pumps in the north part of the water purification system.

3.10

rated conditional short-circuit current

I_{nc}

prospective current that an LSE, protected by a specified short-circuit protective device (SCPD), can satisfactorily withstand for the operating time of that device under specified conditions of use and behavior

Note 1 to entry: The text has been referred to LSE assuming that the I_{nc} definition referred to the upstream SCPD complies with IEC 60898-1:2015, 3.5.14.9.

Note 2 to entry: See also IEC 60898-1.

3.11

rated current

I_n

value of current, assigned to the LSE by the manufacturer, which the device can carry in uninterrupted duty

3.12

measured current

I_m

current measured by the load-shedding equipment at any time

Note 1 to entry: An equipment having several rated load-shedding currents (power) may measure several current (power) values at a time.

Note 2 to entry: The measured power is represented by P_m .

3.13

rated frequency

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

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

3.14

rated making and breaking capacity

I_{RMS}

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

3.15**rated impulse voltage** U_{imp}

impulse withstand voltage value 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 60664-1:2007, 3.9.2, modified – The symbol U_{imp} has been added.]

3.16**rated insulation voltage** U_i

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

3.17**rated voltage**

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

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

3.18**rated operational voltage** U_e

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

3.19**terminal**

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

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

3.20**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]

3.21**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]

3.22**terminal with screw clamping**

terminal intended for the connection, by clamping only, of (an) external rigid or flexible conductor(s)

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.5 modified – The term "screw-type terminal" has been replaced by "terminal with screw clamping".]

3.23

pillar terminal

screw-type terminal in which the conductor is inserted into a hole or cavity, where it is clamped under the shank of the screw(s)

Note 1 to entry: The clamping pressure can be applied directly by the shank of the screw or through an intermediate clamping element to which pressure is applied by the shank of the screw.

Note 2 to entry: Examples of pillar terminals are shown in Figure 7.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-22, modified – In Note 1 to entry, the words "intermediate clamping element" replace "intermediate part", and Note 2 to entry has been added.]

3.24

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

Note 1 to entry: Examples of screw terminals are shown in Figure 8.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-08, modified – Note 1 to entry has been added.]

3.25

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.

Note 2 to entry: Examples of stud terminals are shown in Figure 8.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-23, modified – Note 2 to entry has been added.]

3.26

saddle terminal

screw-type terminal in which the conductor is clamped under a saddle by means of two or more screws or nuts

Note 1 to entry: Examples of saddle terminals are shown in Figure 9.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-09, modified – The word "screw-type" has been added to the definition, and Note 1 to entry has been added.]

3.27

lug terminal

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

Note 1 to entry: Examples of lug terminals are shown in Figure 10.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-16, modified – The words "screw-type terminal" have been replaced by "screw terminal or stud terminal" in the definition, and Note 2 to entry has been added.]

3.28

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 – The word "screwless-type" has been replaced by "screwless" in the term, and the word "terminal" has been replaced by "connecting device" in the definition.]

3.29

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.]

3.30

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]

3.31

thread-forming screw

screw having an uninterrupted thread which, by screwing in, forms a thread by displacing material

Note 1 to entry: It is not a function of this thread to remove material from the hole.

Note 2 to entry: An example of thread-forming screw is shown in Figure 29.

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.7, modified – The words "in the cavity" have been deleted from the definition, and Note 1 to entry has been replaced by two new notes.]

3.32

thread-cutting screw

screw having an interrupted thread which, by screwing in, forms a thread by removing material

Note 1 to entry: An example of thread-cutting screw is shown in Figure 28.

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.8, modified – The words "from the cavity" have been deleted from the definition, and Note 1 to entry has been replaced by two new notes.]

3.33

main circuit

<of an LSE> all the conductive parts of an LSE included in the circuit which it is designed to close and open

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.4, modified – The word "circuit-breaker" has been replaced by "LSE" in the entry.]

3.34

control circuit

<of an LSE> circuit (other than a path of the main circuit) intended for the closing operation or opening operation, or both, of the LSE

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.5, modified – The word "circuit-breaker" has been replaced by "LSE" in the entry.]

3.35

auxiliary circuit

<of an LSE> all the conductive parts of an LSE intended to be included in a circuit other than the main circuit and the control circuit of the LSE

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.6, modified – The word "circuit-breaker" has been replaced by "LSE" in the entry.]

3.36

LSE input

supply side of an LSE current circuit

3.37

LSE output

load circuits that may be switched OFF or ON to optimize the energy use under defined conditions of time and currents (power) or other predefined conditions or based upon information received from external systems or from the electrical energy provider

Note 1 to entry: An LSE may be equipped with more than one output and may have outputs with different priorities.

3.38

priority output

output which is not switched OFF or ON by the LSE for shedding purposes

3.39

non-priority output

output which is switched OFF or ON by the LSE for shedding purposes depending on time and levels of current (power) conditions, or based on information or commands received from other systems interacting with the LSE

3.40

pollution

addition of foreign matter, solid, liquid or gaseous that can result in a reduction of electric strength or surface resistivity of the insulation

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.11]

3.41

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 60664-1:2007, 3.13, modified – The word "numeral" has been replaced by "number" in the definition, and the note has been replaced.]

3.42**minimum and maximum current values for load-shedding** $I_{nL_{smin}}$ and $I_{nL_{smax}}$

values of current in between which an LSE switches OFF one (or more) output(s)

Note 1 to entry: According to this document, the minimum current (power) value for load-shedding is defined as equal to the no-load-shedding current (power).

Note 2 to entry: The load-shedding function has a specific time-current (or time-power) characteristics as shown in 6.2 and 6.3.

Note 3 to entry: The minimum and maximum power values for load shedding are represented by ($P_{nL_{smin}}$) and $P_{nL_{smax}}$.

3.43**load reclosing current** I_{nL_r}

value of current under which an LSE may reclose (depending on pre-defined conditions) any outputs being in open mode state

Note 1 to entry: The load reclosing power is represented by P_{nL_r} .

3.44**maximum time for load-shedding** T_{smax}

maximum allowed time duration for an LSE:

- to reduce the measured current (power) to a value lower than its no-load-shedding current ($I_{nL_{smin}}$) or power ($P_{nL_{smin}}$) whenever predefined overload conditions of current (or power) are reached; or
- to react whenever shedding is supposed to happen based on information received from an external equipment, for example the EEMS or the electrical energy provider

3.45**minimum time for load-shedding** T_{smin}

minimum time duration during which an LSE does not react to any current or power overload (switching OFF no allowed)

3.46**minimum disconnection time** T_{dmin}

minimum time duration during which an LSE is not allowed to reclose any of its output(s)

3.47**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]

3.48**closed position**

position in which the predetermined continuity of the main circuit of the LSE is secured

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.8, modified – The words "circuit breaker" have been replaced by "LSE" in the definition.]

3.49

open position

position in which the predetermined clearance between open contacts in the main circuit of the LSE is secured

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.9, modified – The words "circuit breaker" have been replaced by "LSE" in the definition.]

3.50

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 60947-1:2007, 2.1.19, modified – The words "or the section" have been deleted in the phrase "separating the installation or section".]

3.51

actuating member

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

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

3.52

LSE of normal-gap construction

LSE construction having a clearance between the contacts in the open position of not less than 3 mm

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.1.5, modified – The word "switch" has been replaced by "LSE" in the entry.]

3.53

LSE of mini-gap construction

LSE construction having a clearance between the contacts which is less than 3 mm but is not less than 1,2 mm

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.1.6, modified – The word "switch" has been replaced by "LSE" in the entry.]

3.54

LSE of micro-gap construction

LSE construction having a clearance between the contacts in the open position of less than 1,2 mm

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.1.7, modified – The word "switch" has been replaced by "LSE" in the entry.]

4 General requirements

4.1 General

A load-shedding equipment (LSE) shall be able to take into account:

- the measurement of the current or power within one or several circuits or meshes;
- one or several inputs (e.g. load current/power measure, energy price, user inputs, etc.).

to keep the current or power within this (or these) mesh(es) under predetermined values by connecting/disconnecting non-priority loads.

The LSE shall switch the downstream loads according to the defined time-current (power) criteria as defined in Clause 6.

Compliance is checked by meeting all the relevant requirements and tests of this document.

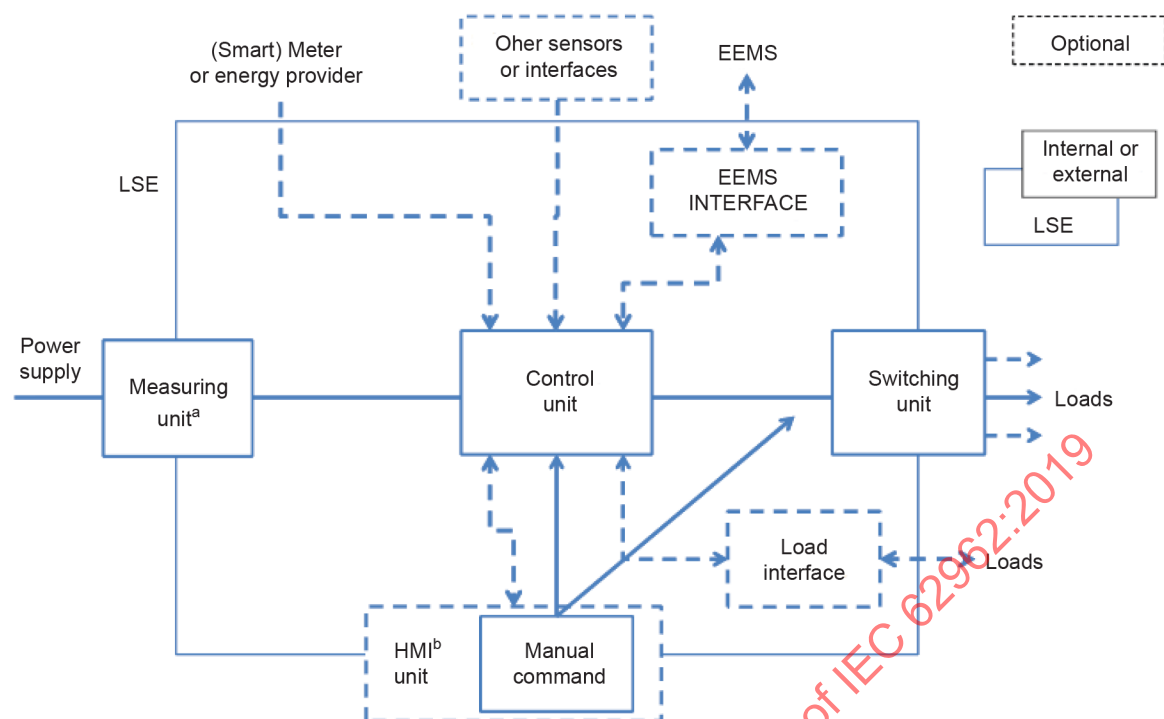
4.2 Architecture

The LSE general architecture is represented in Figure 2.

The units included in an LSE are:

- current (voltage) sensor(s) or measuring unit(s);
- control: it manages the loads depending on the following conditions:
 - current (power) values: comparison between the measured currents (power) and threshold values predefined by the user or predetermined in the LSE or via its interfaces (e.g. with an EEMS);
 - special conditions coming from utilities (e.g. smart meter) or by the EEMS (optional);
 - exchange of information with the loads, local production and/or storage units (optional);
 - user settings;
 - the control of the switching unit may be performed completely in the LSE itself or shared between the LSE and the EEMS when available in the fixed installation.
- switching (of non-priority outputs): it may be shared between the LSE and external switching unit(s);
- HMI (human machine interface): it may be shared between the LSE and the EEMS;
- EEMS interface(s), optional;
- load interface(s) (optional): it allows the information exchange with the loads (e.g. a washing machine could not be switched OFF in a specific phase of its cycle);
- additional interfaces (optional), for example for external sensors, external clocks, (smart) metering equipment.

Current (voltage or power) measurement may be provided by other external units.



IEC

--- optional

^a sensors, counter, etc.

^b human machine interface

Figure 2 – LSE general architecture

4.3 Standard conditions for operation in service

The minimum implementation of an LSE contains the current (voltage or power) sensor or measuring unit, the control unit and the switching unit, all being embedded in a single equipment or into separate units (other units being optional) as part of an Electrical Energy Management System (EEMS) (see Figure 2).

Compliance with this document is covered by type tests as following:

- a) *for a standalone LSE according to 7.6.1, all tests of this document apply.*
- b) *for an LSE according to 7.6.2, the LSE shall be tested with the sensor(s) and/or the measuring units recommended by the manufacturer and the LSE class is defined according to these specified sensor(s) or measuring units. In the case of multiple configurations, the most onerous configuration shall be tested.*
- c) *for a combined LSE according to 7.6.3, compliance with this document is obtained as follows:*
 - *all tests of this document apply to the control unit as relevant;*
 - *each external unit shall comply:*
 - *with its relevant product standard (if any), and to the relevant test(s) of this document if more stringent; or*
 - *with this document as relevant, if not covered by any other standard.*
 - *the complete system shall be tested according to 12.8 and Clause 17 with all external units and, if any, with the declared external current sensors and/or external measuring unit(s) as applicable.*

Unless otherwise specified:

- any configuration of combined LSE defined by the manufacturer, for example different switching units, shall comply with the above requirements; however, only the most onerous configuration(s) shall be tested;
- LSEs with different ratings, for example different rated current and voltages, shall also be tested for each rating, as relevant (see Clause 17).

For remotely controlled LSEs, for example EEMS-connected LSEs, a manual command is required as part of the HMI unit to disable any automatic LSE mode to be able to define and change the settings whenever needed.

For automatic LSE and remotely controlled LSE with no manual command embedded locally in the control unit (e.g. remotely controlled HMI via EEMS), the LSE shall ensure a basic operating mode in case of possible communication loss between the control unit of the LSE unit and the remote HMI.

LSEs with additional functions other than those defined in 4.2 and not covered by this document (e.g. overcurrent or isolation function) shall comply with their relevant standards.

In the case of an LSE with wireless interface, relevant standards shall apply.

5 General remarks on tests

5.1 Environmental conditions

5.1.1 General

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

5.1.2 Ambient temperature range in normal use

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

NOTE 1 This temperature range corresponds to "AA4" of Table 51A of IEC 60364-5-51:2005, part of the temperature range of IEC 60721-3-3, class 3K5, with the high air temperature restricted to 40 °C.

NOTE 2 In certain cases, special precautions can be necessary. 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.

5.1.3 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.

5.1.4 Altitude

Unless otherwise specified, LSEs are 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.

5.2 General testing procedure and samples

Tests shall be carried out in test sequences and on specimens as defined in Table A.1.

Unless otherwise specified:

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

During the tests, no maintenance or dismantling of the samples is allowed and specimens shall not be lubricated.

- tests are carried out at in free air at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- tests are carried out at the rated frequency ± 5 Hz and at any convenient voltage;
- tolerances are set at $^{+5}_0$ % for currents, ± 5 % for voltages (including recovery voltage), at $^{0}_{-0,05}$ for power factors and at ± 5 % for time.

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

Unless otherwise specified:

- the specimens are wired with appropriate cables as specified in Table 1;
- the tightening torques to be applied to the terminal screws are two-thirds of those specified in Table 14, 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 any requirements relating to the means of mounting recommended by the manufacturer.

Table 1 – Cross-sectional areas (S) of test copper conductors corresponding to the rated currents

Cross-sectional areas 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.

Specially prepared specimens may be needed for some tests, for example for Clauses 15, 16, 17 and 26 where the manufacturer can provide specimens with a special circuit to simulate the automatic operations.

6 Ratings

6.1 Rated values

6.1.1 Rated operational voltages

The values of rated voltages are:

- AC single phase: 120 V, 230 V line to neutral;
- AC three phase: 120/208 V, 230/400 V (line to neutral/line to line);
- DC rated voltage: under consideration.

NOTE 1 Wherever in this document there is a reference to 230 V or 400 V, they can be read as 220 V or 240 V 380 V or 415 V respectively.

NOTE 2 Wherever in this document there is a reference to 120 V, 240 V or 120/240 V, they can be read as 100 V or 110 V, 200 V or 100/200 V respectively.

NOTE 3 In IEC 60038, the network voltage value of 230/400 V has been standardized. This value will progressively supersede the values of 220/380 V and 240/415 V.

6.1.2 Rated insulation voltage

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

6.1.3 Rated impulse voltage

The rated impulse voltage of an LSE shall be equal to or higher than the standard values of rated impulse voltages of Table 2.

Table 2 – Rated impulse voltage as a function of the nominal voltage of the installation

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

6.1.4 Maximum value of rated current

- AC: single/three phase: 125 A;
- DC: under consideration.

6.1.5 Preferred rated current values (I_n)

- AC: single/three phase: 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;
- DC: under consideration.

6.1.6 Minimum value of rated making and breaking capacity (I_{RMS})

$1,25 I_n$.

6.1.7 Rated frequency

50 Hz and 60 Hz.

6.1.8 Rated conditional short-circuit current

- Standard values up to and including 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 above 10 000 A up to and including 25 000 A: the preferred value is 20 000 A.

6.1.9 Preferred rated load-shedding current (power) values ($I_n L_s$, $P_n L_s$)

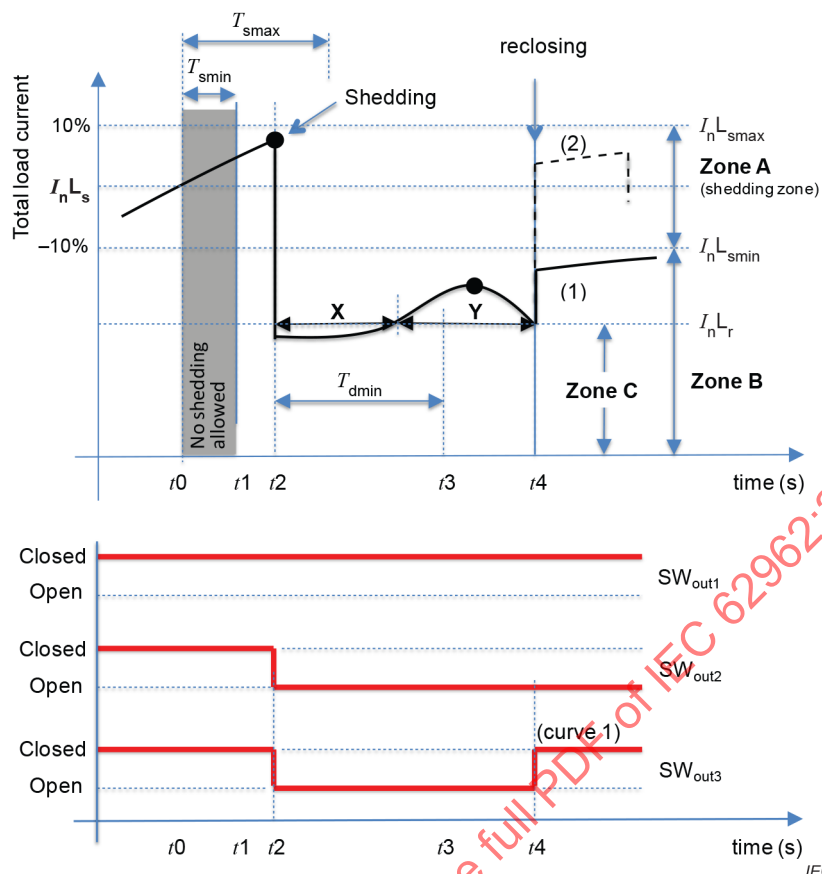
Preferred values of rated load-shedding current ($I_n L_s$) are: 1 A, 2 A, 4 A, 6 A, 8 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A and 125 A.

Preferred values of rated load-shedding power ($P_n L_s$) are: 500 W, 1 kW, 2 kW, 3 kW, 4 kW, 6 kW, 9 kW, 12 kW, 15 kW, 30 kW, 45 kW, 60 kW, 80 kW and 100 kW.

6.2 Time-current characteristic for LSEs monitoring the current

6.2.1 LSE operating principle

In case of currents higher than predefined limits, LSEs shall be able to react within defined conditions of time and currents as defined in Table 3 and Table 4 and as shown Figure 3.



Key

t_0	time when the value of $I_n L_s$ is reached
$t_1 (= t_0 + T_{smin})$	time limit until which shedding is not allowed (no switching OFF to prevent hysteresis, i.e. to prevent unwanted switching in case of short LSE overloads)
$t_2 (\geq t_0 + T_{smin})$	opening of one (or more) output(s), reducing the current to a value lower than $I_n L_{smin}$ Opening shall happen before the measure current reaches $I_n L_{smax}$ and before T_{smax} (in this example, outputs 2 and 3 of the LSE are switched OFF. Output 1 is not switched OFF since the current is already low enough).
$t_3 (= t_2 + T_{dmin})$	time limit until which reclosing is not allowed
$t_4 (t_4 \geq t_3)$	LSE reclosing (the measured current is lower or equal than $I_n L_r$) since enough time has elapsed. In this example, output 3 is reclosed (curve 1) but output 2 is not reclosed (the current is already higher than $I_n L_r$ after reclosing output 3). Curve (2): example where the current being too high after reclosing output 2, the LSE would again switch OFF its output(s).
Range X	current is low enough but reclosing is not allowed because not enough time has elapsed
Range Y	reclosing is not allowed because the current is too high (current $> I_n L_r$) even when enough time has elapsed ($t \geq t_3$)
$I_n L_s$	rated load-shedding current (current settings)
$I_n L_{smax}$	maximum current for load-shedding
$I_n L_{smin}$	minimum current for load-shedding
$I_n L_r$	load-reclosing current
T_{smax}	maximum time for load-shedding
T_{smin}	minimum time for load-shedding
T_{dmin}	minimum disconnection time during which reclosing is not allowed
Zone A	range of currents within which the LSE shall switch OFF one (or more) outputs as long as the measured currents are located within these values according to the declared LSE class
Zone B	range of currents within which the LSE shall never switch OFF any output as long as the measured currents are lower than $I_n L_{smin}$
Zone C	range of currents within which the LSE shall reclose its outputs once enough time (T_{dmin}) has elapsed

Figure 3 – Time-current characteristic of a Class A LSE

In Table 3, load-shedding classes of LSE are defined. LSEs may be classified according to different classes in which case tests shall be carried out for each class:

- standard load-shedding classes (LSE classes): A; B; C and D. D is the maximum allowed class;
- preferred values for T_{smin} : 0,5 s; 1 s; 1,5 s; 2 s; 3 s; 4 s; 5 s; 6 s; 8 s. 0,5 s is the minimum allowed time;
- preferred values for T_{dmin} : 1 min; 2 min; 5 min; 10 min ... 60 min;
- preferred values of T_{smax} : 1 s; 2 s; 5 s; 10 s. T_{smax} values shall comply with Table 4.

6.2.2 Current limits ($I_n L_s$)

The LSE shall be able to successively or simultaneously disconnect all its outputs as long as the current measured by the LSE is within the values of currents defined in Table 3 for load-shedding.

Table 3 – Load-shedding classes

Load-shedding class (LSE class)	Minimum value for load-shedding $I_n L_{smin}$	Maximum value for load-shedding $I_n L_{smax}$
A	$> 0,95 I_n L_s$	$< 1,05 I_n L_s$
B	$> 0,9 I_n L_s$	$< 1,1 I_n L_s$
C	$> 0,8 I_n L_s$	$< 1,2 I_n L_s$
D	$> 0,8 I_n L_s$	$< 1,5 I_n L_s$

Compliance of the LSE is tested according to 17.1.2 and 17.1.3.

For an LSE of class A, current tolerance is reduced to 0_{+2} % in the case of functional tests in 17.1.2 and 17.1.3.

6.2.3 Minimum switch OFF-time

To avoid unwanted switching, no switching shall ever happen for times lower than $T_{smin} = 0,5$ s.

NOTE 1 Lower values can be needed depending on local country regulations or on needs from local energy providers.

In case of currents higher than current values of $I_n L_{smin}$ in Table 3, the LSE shall be able to successively or simultaneously disconnect all its monitored outputs within time values lower than T_{smax} as defined Table 4.

Table 4 applies in case of overload conditions, i.e. when currents are higher than $I_n L_s$.

Table 4 – Disconnecting time

LSE class	$I_m/I_n L_s$	Minimum time T_{smin}	Maximum time T_{smax}
		s	s
A	1,05	0,5	30
B	1,1	0,5	10
C	1,2	0,5	4
D	1,4	0,5	2

A value of T_{smin} different from 0,5 s can be used, in which case T_{smin} shall be declared and tests shall be passed as declared.

NOTE 2 Faster reaction times can be needed depending on local country regulations or local energy providers.

For LSEs declared according to classes A or B, an additional test shall be carried out according to 17.1.2 and 17.1.3.

LSEs which are equipped to receive information or orders from external systems such as an EEMS, or from the energy provider, shall be able to disconnect their controlled outputs as declared by the manufacturer, depending on possible specific needs.

Compliance of the LSE is tested according to 17.1.2 and 17.1.3.

6.2.4 Reclosing conditions

6.2.4.1 General

If the measured current is higher than the no-load shedding current ($I_n N_s$), the LSE shall not reclose any of its open output(s).

The LSE shall be able to successively or simultaneously connect back (reclose) its monitored outputs, as long as the current at the LSE input is lower than $I_n L_r$ as declared by the manufacturer.

Reclosing can be subjected to:

- conditions according to 6.2.4.2, or
- other conditions such as:
 - shedding sequence (see 6.4), or
 - to information received from external systems (e.g. information from energy systems providers), or
 - to other possible conditions as declared by the manufacturer,

in which case Table 3 and 6.2.4.2 may not apply, and switching/reclosing conditions shall be tested as declared by the manufacturer according to Clause 17.

6.2.4.2 Minimum disconnecting time (after switching OFF)

This is the minimum disconnection time (T_{dmin}) during which the opening means remain in open position. This is applicable whenever the outputs were set in open mode because of too high currents (higher than the settings). This value may be fixed or adjustable.

A minimum disconnection time is needed to prevent the LSE to enter in unstable conditions (LSE switching OFF and ON if the values of the measured current are too closely located within $I_n L_s$ range when the outputs are switched).

The value of T_{dmin} shall be declared and tests conducted accordingly.

Compliance of the LSE is tested according to Clause 17.

6.3 Time-power characteristic

For an LSE monitoring the power, a complete analogy is to be made with 6.2 to define the LSE time-power characteristic, in which case shedding and reclosing as described in 6.2 (for current monitoring) shall comply with Table 5 and Table 6 for power monitoring (see also 17.1.1).

Table 5 – Load-shedding classes

Load-shedding class (LSE class)	Minimum value for load-shedding $P_n L_{\text{smin}}$	Maximum value for load-shedding $P_n L_{\text{smax}}$
A	> 0,95	< 1,05
B	> 0,9	< 1,1
C	> 0,8	< 1,2
D	> 0,8	< 1,5

Table 6 – Disconnecting time

LSE class	$P_m/P_n L_s$	Minimum time T_{smin} s	Maximum time T_{smax} s
A	1,05	0,5	30
B	1,1	0,5	10
C	1,2	0,5	4
D	1,4	0,5	2

For an LSE of class A, current and voltage tolerances are reduced to respectively $+2_0$ % and ± 1 % in the case of functional tests in 17.1.2 and 17.1.3.

6.4 LSE shedding sequence

Some current using equipment may not allow to be switched ON and OFF all the time. Shedding might cause premature aging of such current using equipment within installations in case of multiple reclosing attempts. To prevent this, manufacturers may define sequences for LSE operation after a first reclosing attempt. These may depend on local parameters or information gathered by the LSE from the EEMS.

Manufacturers may define sequences based on (including but not limited to):

- a maximum number of operations, for example 3, before which the LSE enters in a lockout mode for a defined time, for example 1 h;
- lockout periods during which reclosing cannot happen after previous attempt(s);
- a mix of above or similar sequences.

When doing so, manufacturers shall declare LSE sequences, for example:

- the number of operations and time/sequences, lockout delays, etc.;
- conditional reclosing parameters, LSE setups.

These may be fixed or adjustable and can be given in terms of seconds, minutes or hours.

Compliance of the LSE is tested according to Clause 17.

7 Classification

7.1 General

The load-shedding capability may be applied in different installation schemes, depending on the EE design of the installation itself.

7.2 According to the LSE functional category

LSEs are classified according to four functional categories as defined in Table 7: basic, advanced, smart meter ready and EEMS connected.

In Table 7, the functionalities of each functional category are defined.

Table 7 – Load-shedding functional categories

Functions	Basic	Advanced	Smart meter ready	EEMS connected
Current or power sensing	X	X	X	X
Processing and evaluation	X	X	X	X
Switching	X	X	X	X
Manual command	X	X	X	X
HMI	O	X	O	X
EEMS interface	O	O	O	X
Load interface	O	X	O	X
Smart meter interface	O	O	X	X
Key X: required O: optional				

LSEs may integrate all these functionalities in a single stand-alone equipment or may have external units (e.g. external current sensor). In 4.2, the LSE general architecture is presented together with the functionalities.

Each function shall be tested according to the functional category and the LSE class specified by the manufacturer based on the following classification according to:

- the switching means (see 7.3);
- the possibility of adjusting the load-shedding current(s) (see 7.4);
- the load-shedding sequence (see 7.5);
- the design (see 7.6);
- the method of mounting (see 7.7);
- the type of terminals (see 7.8);
- the contact openings (see 7.9);
- the protection against external influences (see 7.10);
- the number of poles (see 7.11);
- the type of monitored parameters (see 7.12).

7.3 According to the switching means

- electromechanical switching ON/OFF means;
- solid state switching ON/OFF means.

Specific requirements for solid state switching devices are under consideration.

7.4 According to the possibility of adjusting the rated load-shedding current(s) (or power)

- LSE with a single value of rated load-shedding current (power);
- LSE with multiple settings of load-shedding currents (power).

In case of EEMS, the load-shedding current (power) maybe any value within a fixed interval.

7.5 According to the shedding sequence

- LSE without a shedding sequence;
- LSE with a declared shedding sequence.

7.6 According to the design

7.6.1 Stand-alone LSE with internal or external sensors or measuring units

An LSE designed within one single enclosure including opening means for switching ON/OFF, terminals and all necessary features such as the monitoring units (timers, settings, logic, human interface if any etc.). In the case of external sensors or measuring devices, they are specified to be used with that LSE model.

7.6.2 LSE with external sensor

An LSE reliant on external sensors or measuring units which are not dedicated to such LSE.

7.6.3 Combined LSE (or assembled LSE)

An LSE being assembled on site and comprising of several, units with at minima the control unit, one switching unit and one current sensing/measuring unit as declared by the manufacturer. Such an LSE may also comprise optional units in addition.

7.7 According to the method of mounting

With reference to the general classification of IEC 60669-1:2017, LSEs are classified as:

- surface-type;
- flush-type;
- semi flush-type;
- panel-type (also referred as panel board type or distribution board).

NOTE This type is intended to be rail mounted.

7.8 According to the type of terminals

- with screw type terminals;
- with screwless type terminals.

NOTE 1 In the following countries, LSEs with screw terminals for rigid conductors only are not allowed: DE, DK, IT, ZA.

NOTE 2 In the following country, LSEs with screwless terminals for rigid conductors only are not allowed: IT.

7.9 According to the contact openings

- LSE of micro-gap construction;

- LSE of mini gap construction;
- LSE of normal gap construction;
- LSE with semiconductors.

7.10 According to the protection against external influences

With reference to the general classification reported in this document, LSEs are classified as:

- enclosed-type (not requiring an appropriate enclosure);
- unenclosed-type (for use with an appropriate enclosure).

7.11 According to the number of poles

- a single-pole LSE;
- a two-pole LSE;
- a three-pole LSE;
- a three-pole plus switched neutral LSE;
- a four pole LSE.

7.12 According to the type of monitored parameters

- LSE monitoring the current;
- LSE monitoring the power.

8 Markings and information

8.1 General

Markings and information shall comply with the requirements reported in Table 8.

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

Table 8 – Marking and position of marking

	Marking or information item	Position of the marking or information		
		Visible on product when installed	On the product	In a leaflet
a	Manufacturer's name or trade mark		X	X
b	Type designation, catalogue number or serial number		X	X
c	Rated voltage(s) and symbol for the nature of supply	X		X
d	Rated current (I_n) ^a	X		
e	Rated frequency; LSEs with more than one rated frequency (e.g. 50/60 Hz) shall be marked accordingly		X	X
f	Rated making and breaking capacity in amperes (I_{RMS})		X	X
g	The degree of protection (only if different from IP 20)			X
h	The position of use, if necessary			X
i	Wiring diagram, unless the correct connection mode is evident		X	X
j	Rated load-shedding current ($I_n L_s$) or power ($P_n L_s$) value(s)			X
k	LSE class		X	X
L	Length of insulation to be removed before the insertion of the conductor into the screwless type terminal, if applicable		X	X

	Marking or information item	Position of the marking or information		
		Visible on product when installed	On the product	In a leaflet
m	Symbol "r" for the suitability to accept rigid conductors only		X	X
n	Load reclosing current ($I_n L_r$) or power ($P_n L_r$)			X
o	Minimum time for load shedding (T_{smin})			X
p	Minimum disconnection time (T_{dmin})			X
q	Shedding sequences (if declared, see 6.4)			X
r	SCPD characteristics			X
s	Rated conditional short-circuit current (I_{nc})			X
a	Rated current value of the LSE input(s) and of its outputs, if necessary.			

If there is no marking on the terminals, they are considered suitable to accept both rigid and flexible conductors.

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

Marking related to embedded functions (e.g. overcurrent protection) not covered by this document shall comply with their relevant standards, and the standards of reference shall be stated by manufacturers in their technical documentation.

Compliance with this 8.1 is checked by inspection and by the test of 8.2. Markings made by impression, mouldings or engraving are not subjected to this test.

8.2 Test of markings

The test is made 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 easily and they shall show no curling.

9 Protection against electric shock

9.1 General

Live parts of the LSE 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 9.2).

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.

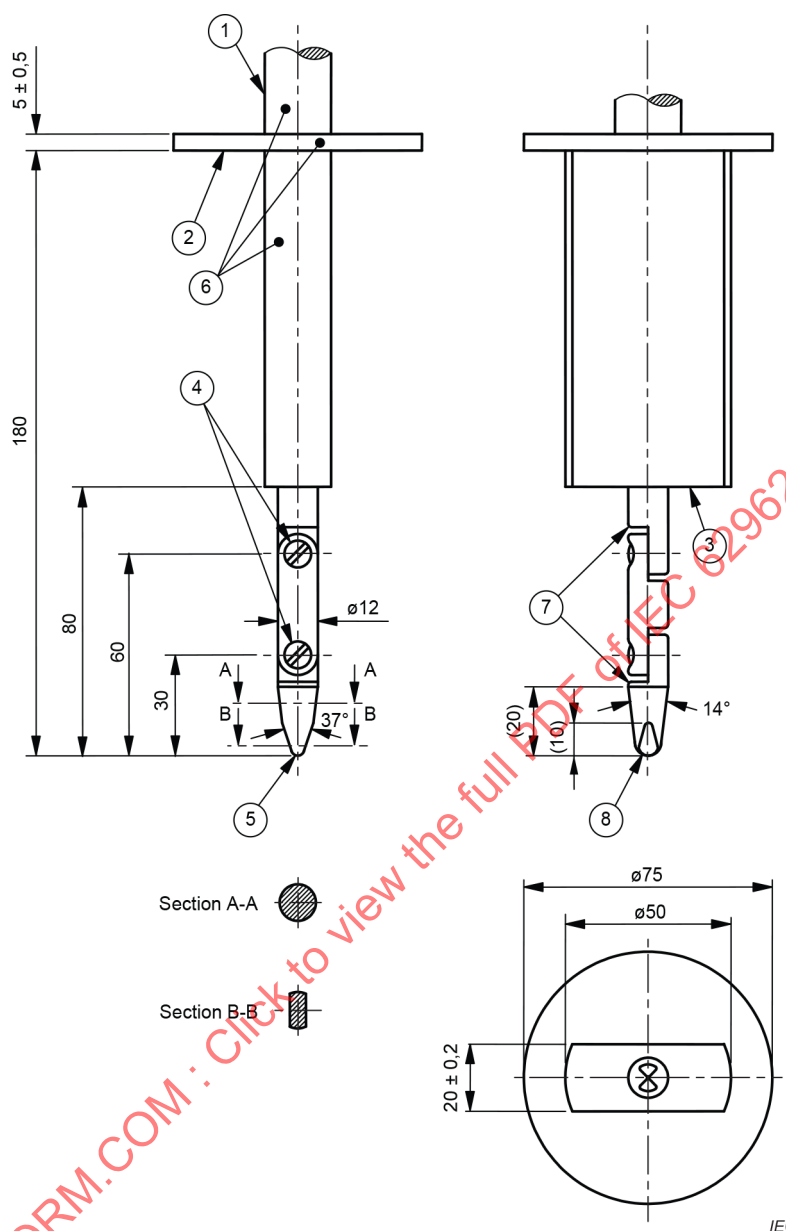
Compliance is checked by inspection and by tests of 9.2.

9.2 Test for 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 4, on the specimen mounted for normal use and fitted with conductors of the smallest cross-sectional areas specified in Table 9. The test is then repeated with conductors of the largest cross-sectional areas specified in Table 9.

Dimensions in millimetres



Key

- 1 handle
- 2 guard
- 3 stop face
- 4 joints

Material: metal, except where otherwise specified

Tolerances on dimensions without specific tolerance:

on angles: $\begin{matrix} 0 \\ -10 \end{matrix}$

on linear dimensions:

up to 25 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$

over 25 mm: $\pm 0,2$

- 5 $R2 \pm 0,05$ cylindrical

- 6 insulating material

- 7 chamfer all edges

- 8 $R4 \pm 0,05$ spherical

Both joints shall permit movement in the same plane and the same direction through an angle of 90° with a tolerance of $\begin{matrix} +10 \\ 0 \end{matrix}$.

Figure 4 – Joined test finger
(test probe B according to IEC 61032:1997)

**Table 9 – Relationship between rated currents
and connectable cross-sectional areas of copper conductors**

Ranges of rated currents A	Rigid conductors (solid or stranded)	
	Nominal cross-sectional areas mm ²	Diameter of largest conductor mm
Up to and including 6	From 0,75 up to 1,5 inclusive	1,45
Above 6 up to and including 10	From 1 up to 2,5 inclusive	2,13
Above 10 up to and including 16	From 1,5 up to 4 inclusive	2,72
Above 16 up to and including 25	From 2,5 up to 6 inclusive	3,34
Above 25 up to and including 32	From 4 up to 10 inclusive	4,34
Above 32 up to and including 50	From 6 up to 16 inclusive	5,46
Above 50 up to and including 80	From 10 up to 25 inclusive	6,85
Above 80 up to and including 100	From 16 up to 35 inclusive	7,90
Above 100 up to and including 125	From 25 up to 50 inclusive	9,10

The standard test finger shall be designed in 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 above, is applied to all locations where yielding of insulating material could impair the safety of the specimen, but is not applied to membranes, knock-outs or the like.

Unenclosed LSEs 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, specimen with their associated mounting means shall not deform to such an extent that live parts can be touched with the unjointed test finger.

If an LSE is provided with a hole for adjusting the settings of the electronic 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 5 through the hole. The pin shall not touch live parts.

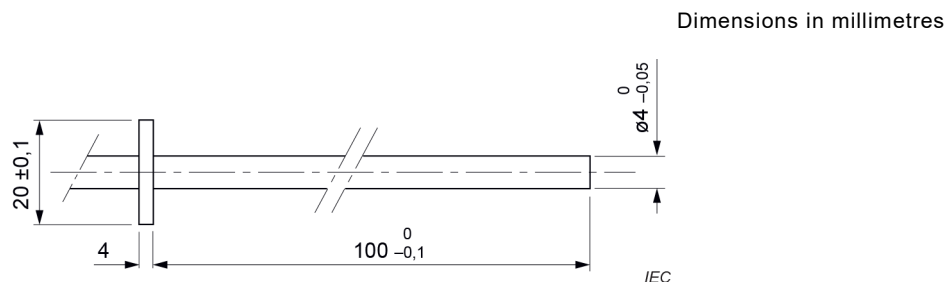


Figure 5 – Test pin for checking the protection against electric shock

10 Terminals for external copper conductors

10.1 General

LSEs shall be provided with terminals having screw clamping or with screwless terminals.

Terminals for external conductors shall be made in such a way that, when the conductors are connected, the necessary contact pressure is permanently maintained.

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

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.

All the tests on terminals, except for 10.3, shall be carried out after the test of 13.1.

Earthing terminals shall be terminals with screw clamping or screwless terminals. They shall be of the same size as the corresponding terminals for the supply conductors.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 10.2 for screw-type terminals or 10.3 for screwless-type terminals, as applicable.

10.2 Terminals with screw clamping for external copper conductors

10.2.1 General

LSEs shall be provided with terminals which shall allow the proper connection of copper conductors having cross-sectional areas as shown in Table 9.

The conductor space shall be at least that specified in Figure 6 to Figure 10 and Table 10 to Table 13.

Compliance is checked by inspection and by fitting conductors of the smallest and largest cross-sectional areas specified.

NOTE For the correspondence between ISO and AWG copper conductors, see Annex B.

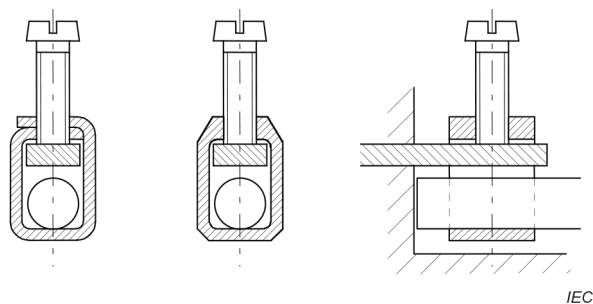


Figure 6 – Terminals with stirrup

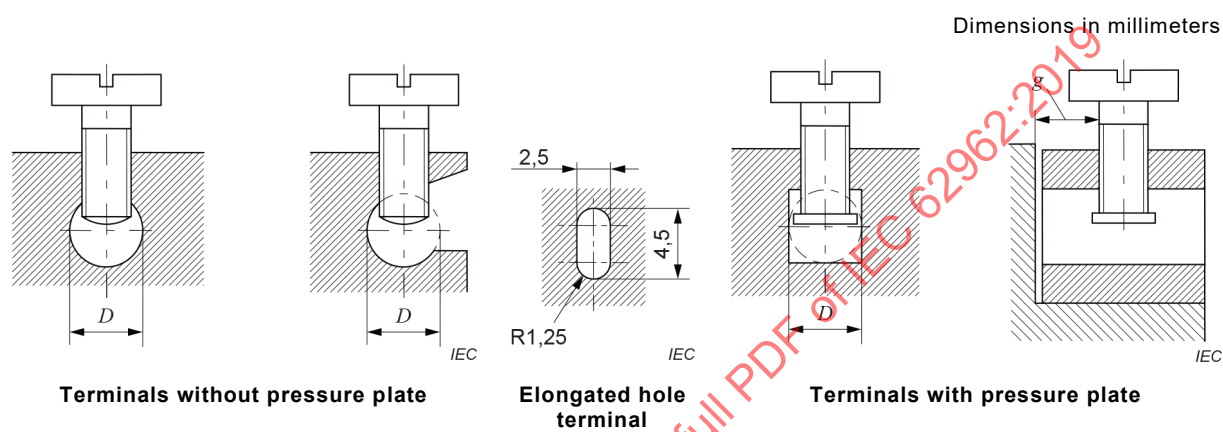


Figure 7 – Pillar terminals

Table 10 – Dimensions and tightening torque of pillar terminals

Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter <i>D</i> (or minimum dimensions) of conductor space mm	Minimum distance <i>g</i> between clamping screw and end of conductor when fully inserted mm		Torque					
				Nm					
				1 ^a		3 ^a		4 ^a	
		One screw	Two screws	One screw	Two screws	One screw	Two screws	One screw	Two screws
Up to 1,5	2,5	1,5	1,5	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4
2,5 (circular hole)	3,0	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
2,5 (elongated hole)	2,5 × 4,5	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
4	3,6	1,8	1,5	0,4	0,2	0,8	0,4	0,7	0,4
6	4,0	1,8	1,5	0,4	0,25	0,8	0,5	0,8	0,5
10	4,5	2,0	1,5	0,7	0,25	1,2	0,5	1,2	0,5
16	5,5	2,5	2,0	0,8	0,7	2,0	1,2	2,0	1,2
25	7,0	3,0	2,0	1,2	0,7	2,5	1,2	3,0	1,2
35 ^b									
50 ^b									

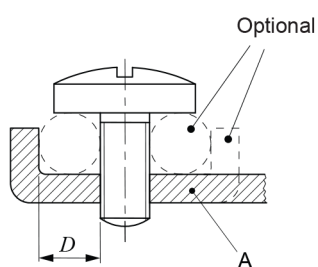
The part of the terminal containing the threaded hole and the part of the terminal against which the conductor is clamped by the screw may be two separate parts, as in the case of terminals provided with a stirrup.

The shape of the conductor space may differ from those shown provided that a circle with a diameter equal to the minimum specified for *D* or the minimum outline specified for the elongated hole accepting cross-sections of conductors up to 2,5 mm² can be inscribed.

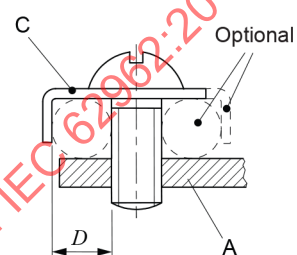
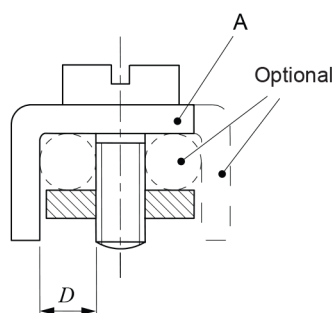
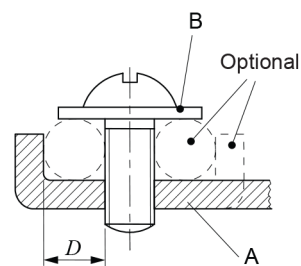
^a The values specified apply to the screws covered by the corresponding columns in Table 14.

^b Under consideration.

Screw not requiring washer, clamping plate
or anti-spread device

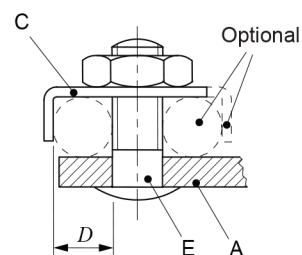
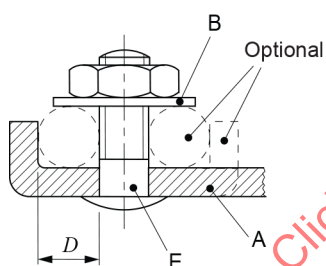


Screw requiring washer, clamping plate
or anti-spread device



Screw head terminals

IEC



IEC

Stud terminals

Key

- A fixed part
- B washer or clamping plate
- C anti-spread device
- D conductor space
- E stud

Figure 8 – Screw terminals and stud terminals

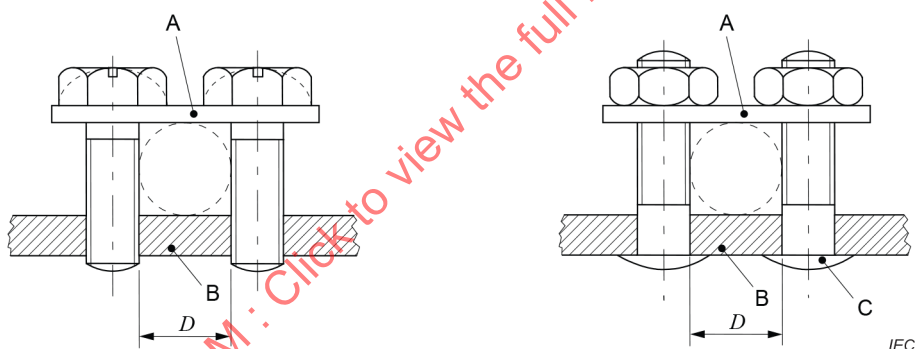
Table 11 – Dimensions and tightening torque for screw and stud terminals

Cross-sectional of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter <i>D</i> of conductor space mm	Torque Nm			
		3 ^a		4 ^a	
		One screw	Two screws	One screw or stud	Two screws or studs
Up to 1,5	1,7	0,5	–	0,5	–
Up to 2,5	2,0	0,8	–	0,8	–
Up to 4	2,7	1,2	0,5	1,2	0,5
Up to 6	3,6	2,0	1,2	2,0	1,2
Up to 10	4,3	2,0	1,2	2,0	1,2
Up to 16	5,5	2,0	1,2	2,0	1,2
Up to 25	7,0	2,5	2,0	3,0	2,0

The part which retains the conductor in position may be of insulating material provided the pressure necessary to clamp the conductor is not transmitted through the insulating material.

The second optional space for the terminal accepting cross-sections of conductors up to 2,5 mm² may be used for the connection of the second conductor, when it is required to connect two 2,5 mm² conductors.

^a The values specified apply to the screws covered by the corresponding columns in Table 14.

**Key**

- A saddle
- B fixed part
- C stud
- D conductor space

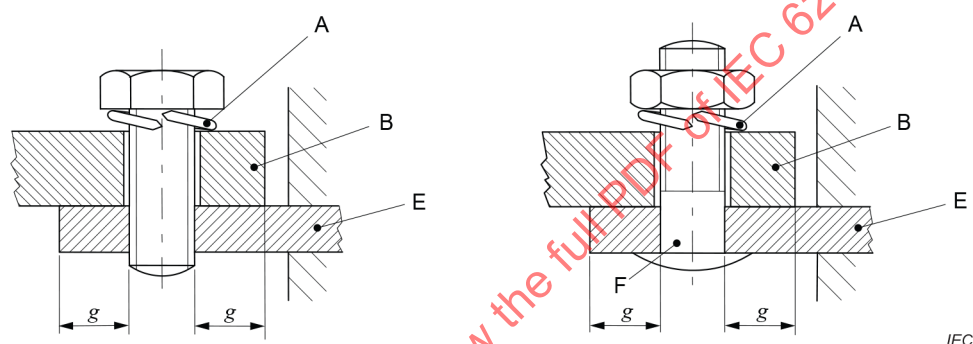
Figure 9 – Saddle terminals

Table 12 – Dimensions and tightening torque for saddle terminals

Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter <i>D</i> of conductor space mm	Torque Nm
Up to 4	3,0	0,5
Up to 6	4,0	0,8
Up to 10	4,5	1,2
Up to 16	5,5	1,2
Up to 25	7,0	2,0

The shape of the conductor space may differ from that shown in the Figure 9, provided that a circle with a diameter equal to the minimum value specified for *D* can be inscribed.

The shape of the upper and lower faces of the saddle may be different to accommodate conductors of either small or large cross-sectional areas by inverting the saddle.

**Key**

- A locking means
- B cable lug or bar
- E fixed part
- F stud

Figure 10 – Lug terminals**Table 13 – Dimensions and tightening torque for lug terminals**

Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum distance <i>g</i> between edge of hole and side of clamping area mm	Torque Nm	
		3 ^a	4 ^a
Up to 16	7,5	2,0	2,0
Up to 25	9,0	2,5	3,0

For this type of terminal, a spring washer or equally effective locking means shall be provided and the surface within the clamping area shall be smooth.

^a The values specified apply to the screws covered by the corresponding columns in Table 14.

10.2.2 Conductor fitting

Terminals with screw clamping (up to and including 32 A) shall allow the conductor to be connected without special preparation.

Compliance is checked by inspection.

The term "special preparation" covers soldering of the wires 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.

10.2.3 Mechanical strength of terminals

Terminals with screw clamping 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.

Screws shall not be made of metal which is soft or liable to creep, such as zinc or aluminum.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 10.2.6 and 10.2.8.

NOTE Provisionally, SI, BA, and UN threads are considered comparable in pitch and mechanical strength to metric ISO thread.

10.2.4 Resistance to corrosion of terminals

Terminals with screw clamping shall be resistant to corrosion.

Compliance is checked by the tests of 20.5. Terminals, the body of which is made of copper or copper alloy as specified in 20.5, are considered as complying with this requirement.

10.2.5 Clamping effects on conductors

Screw-type terminals shall be so designed and constructed that they clamp the conductor(s) without undue damage to the conductor(s).

Compliance is checked by the following test.

The terminals are fitted with copper conductors of the smallest and largest cross-sectional areas specified in Table 1, solid or stranded, whichever is the most unfavorable, and the terminal screws are tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 14.

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 nor severed wires.

NOTE Conductors are considered 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.

Table 14 – 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	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

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

The shape of the blade of the test screwdriver should suit the head of the screw to be tested.

The screws and nuts should not be tightened in jerks.

NOTE 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 made 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 made.

10.2.6 Clamping reliability of terminals

Terminals with screw clamping shall reliably clamp the conductor between metal surfaces.

Compliance is checked by inspection and by the following test.

The terminals are fitted with copper conductors of the same type (rigid solid or rigid stranded or flexible) of the smallest and largest cross-sectional as specified in Table 1.

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.

The conductor is inserted into the terminal for the minimum distance prescribed or, where no distance is prescribed, 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 14.

If the screw has a hexagonal head with a slot, the torque applied is equal to two-thirds of the torque shown in column 3 of Table 14.

Each conductor is then subjected to a pull as specified in Table 15, 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.

Table 15 – 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 lower values than 0,75 mm ² , the manufacturer shall provide instructions for the pulling force.								

10.2.7 Clamping length of terminals

Terminals with screw clamping shall be so designed or placed that neither a rigid solid copper conductor nor a wire of a stranded copper 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 following test.

The terminals are fitted with conductors having the largest cross-sectional area specified in Table 1.

The terminals are checked both with solid conductors and with stranded conductors.

Before insertion into the clamping means of the terminal, wires of rigid (solid or stranded) conductors are straightened and strands of rigid stranded conductors may, in addition, be twisted to restore them approximately to their original shape.

The conductor is inserted into the clamping means of the terminal for the minimum distance prescribed or, where no distance is prescribed, until it just projects from the far side of the terminal and in the position most likely to allow the wire or a strand (or strands) to escape.

The clamping screw or nut is then tightened with a torque equal to two-thirds of the torque shown in the appropriate column of Table 14.

After the test no wire or strand of the conductor shall have escaped outside the clamping unit thus reducing creepage distances and clearances to values lower than those indicated in Clause 21.

10.2.8 Reliability of terminals

When clamping screws or nuts are tightened or loosened, terminals with screw clamping shall not work loose from their fixings with ordinary use.

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

Compliance is checked by inspection, by measurement and by the following test.

A solid rigid copper conductor of the largest cross-sectional area specified in Table 1 is placed in the terminal.

Screws and nuts are tightened and loosened five times by means of a suitable test screwdriver or spanner, the torque applied when tightening being equal to the torque shown in the appropriate column of Table 14 or in the Table 10 to Table 13 of the appropriate Figure 6 to Figure 10, whichever is the highest.

The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

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

10.2.9 Accidental loosening of earthing terminals

Clamping screws or nuts of earthing terminals with screw clamping shall be adequately secured against accidental loosening and it shall not be possible to loosen them without the aid of a tool.

Compliance is checked by manual test.

In general, the designs of terminals shown in Figure 6 to Figure 10 provide sufficient resiliency to comply with this requirement; for other designs, special provisions, such as the use of an adequately resilient part which is not likely to be removed inadvertently, may be necessary.

10.2.10 Resistance to corrosion of earthing terminals

Earthing terminals with screw clamping shall be such that there is no risk of corrosion resulting from contact between these parts and the copper of the earthing conductor, or any other metal that is in contact with these parts.

The body of the earthing terminals shall be of brass or other metal no less resistant to corrosion.

Compliance is checked by inspection.

NOTE Screws or nuts of plated steel withstanding the corrosion test are considered of a metal not less resistant to corrosion than brass.

10.2.11 Additional requirements for the design of pillar terminals

For pillar terminals, the distance between the clamping screw and the end of the conductor, when fully inserted, shall be at least that specified in Figure 7.

NOTE The minimum distance between the clamping screw and the end of the conductor applies only to pillar terminals in which the conductor cannot pass right through.

Terminals shall allow full insertion and reliable clamping of conductors.

Compliance is checked by measurement, after a solid conductor of the largest cross-sectional area specified, for the appropriate rated current in Table 1, has been fully inserted and fully clamped by applying the torques according to Table 14.

10.2.12 Additional requirements for the design of lug terminals

Lug terminals shall be used only for LSEs having a rated current of 40 A or greater; if such terminals are provided, they shall be fitted with spring washers or equally effective locking means.

Compliance is checked by inspection.

10.2.13 Additional requirements for terminals for the connection of external conductors

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.

10.3 Screwless terminals for external copper conductors

10.3.1 General

Subclause 10.3 applies to screwless terminals with rated currents limited to 16 A.

NOTE Screwless terminals with rated currents higher than 16 A are under consideration.

Screwless terminals may be of the type suitable for rigid copper conductors only or of the type suitable for both rigid and flexible copper conductors.

For the latter type, the tests are carried out with rigid conductors first and then repeated with flexible conductors.

Subclause 10.3 is not applicable to LSE provided with:

- screwless terminals requiring the fixing of special devices to the conductors before clamping in the screwless terminal, for example flat push-on connectors;
- screwless terminals requiring twisting of the conductors, for example those with twisted joints;
- screwless terminals providing direct contact to the conductors by means of edges or points penetrating the insulation.

10.3.2 Conductor fittings

Screwless terminals shall be provided with clamping units which allow the proper connection of rigid or of rigid and flexible copper conductors having nominal cross-sectional areas as shown in Table 16.

Table 16 – Relationship between rated currents and connectable cross-sectional areas of copper conductors for screwless terminals

Rated current A	Conductors		
	Nominal cross-sectional areas mm ²	Diameter of largest rigid conductor mm	Diameter of largest flexible conductor mm
Up to and including 4	0,75 to 1	1,19	-
Above 4 and including 6	1 to 1,5	1,45	1,73
Above 6 and including 16	1,5 to 2,5	2,13	2,21

Compliance is checked by inspection and by fitting conductors of the smallest and largest cross-sectional areas specified.

10.3.3 Connection of conductors

Screwless terminals shall allow the conductor to be connected without special preparation.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The term "special preparation" covers soldering of the wires of the conductor, use of terminal ends, etc., but not the reshaping of the conductor before introduction into the terminal or the twisting of a flexible conductor to consolidate the end.

10.3.4 Type of material

Parts of screwless terminals mainly intended for carrying current shall be of materials as specified in 20.5.

Compliance is checked by inspection and by chemical analysis.

NOTE Springs, resilient units, clamping plates and the like are not considered as parts mainly intended for carrying current.

10.3.5 Conductors clamping

Screwless terminals shall be so designed that they clamp the specified conductors with sufficient contact pressure and without undue damage to the conductor.

The conductor shall be clamped between metal surfaces.

Compliance is checked by inspection and by the test of 10.3.10.

10.3.6 Operation of terminals

It shall be clear how the connection and disconnection of the conductors is to be made.

The disconnection of a conductor shall require an operation, other than a pull on the conductor, so that it can be made manually with or without the assistance of a general-purpose tool.

It shall not be possible to confuse the opening for the use of a tool to assist the connection or disconnection with the opening intended for the insertion of the conductor.

Compliance is checked by inspection and by the test of 10.3.10.

10.3.7 Multi conductor terminals

Screwless terminals which are intended to be used for the interconnection of two or more conductors shall be so designed that:

- the clamping of one of the conductors is independent of the clamping of the other conductor(s);
- during the connection or disconnection, the conductors can be connected or disconnected either at the same time or separately;
- each conductor shall be introduced in a separate clamping unit (not necessarily in separate holes);
- it shall be possible to clamp securely any number of conductors up to the maximum as designed.

Compliance is checked by inspection and by the tests with the appropriate conductors.

10.3.8 Introduction of conductors

Screwless terminals shall be so designed that over-insertion of the conductor is prevented and adequate insertion is obvious.

Screwless terminals shall be so designed that undue insertion of the conductor is prevented by a stop if further insertion is liable to reduce the creepage distances and/or clearances required in Table 29, or to influence the mechanism of the LSE.

Compliance is checked by inspection and by the test of 10.3.10.

10.3.9 Fixing of terminals

Screwless terminals shall be properly fixed.

They shall not work loose when the conductors are connected or disconnected during installation.

Compliance is checked by inspection and by the test of 10.3.10.

Covering with sealing compound without other means of locking is not sufficient. However, self-hardening resins may be used to fix terminals which are not subject to mechanical stress in normal use.

10.3.10 Mechanical strength

Screwless terminals shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Compliance is checked by the following tests which are carried out with uninsulated conductors on one screwless terminal of each specimen, using three new specimens for each test.

The test is carried out with solid copper conductors, first with conductors having the largest cross-sectional area, and then with conductors having the smallest cross-sectional area specified in 10.3.2.

Conductors are connected and disconnected five times, new conductors being used each time, except for the fifth time, when the conductors used for the fourth connection are clamped at the same place. For each connection, the conductors are either pushed as far as possible into the terminal or are inserted so that adequate connection is obvious.

After each connection, the conductor is subjected to a pull of 30 N; the pull is applied without jerks, 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 test is then repeated with rigid stranded copper conductors having the largest and smallest cross-sectional areas specified in 10.3.2; these conductors are, however, connected and disconnected only once.

Screwless terminals, intended for both rigid and flexible conductors, shall also be tested with flexible conductors, applying five connections and disconnections.

Each conductor of screwless terminals is subjected for 15 min to a circular motion with (10 ± 2) r/min using an apparatus, an example of which is shown in Figure 11. The conductor is subjected to a pull having a value shown in Table 17.

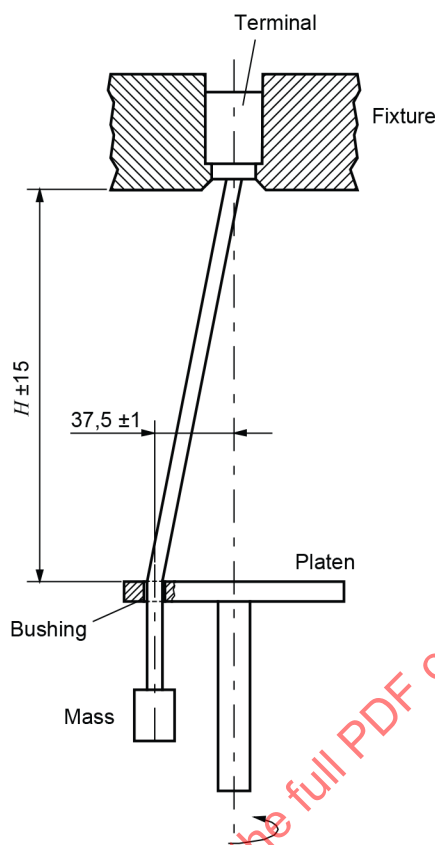
Table 17 – Test values for flexion and pull out for copper conductors

Conductor cross-sectional area mm ²	Diameter of bushing hole ^a mm	Height H^b mm	Mass for conductor kg
0,75	6,5	260	0,4
1,0	6,5	260	0,4
1,5	6,5	260	0,4
2,5	9,5	280	0,7
^a If the bushing hole diameter is not large enough to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next larger hole size may be used.			
^b Tolerance for height $H = \pm 15$ mm.			

During the test, the conductors shall not move noticeably in the clamping unit.

After these tests, neither the terminals nor the clamping means shall have worked loose and the conductors shall show no deterioration impairing their further use.

Dimensions in millimetres



IEC

NOTE The bushing hole is made in a way which ensures that the force extended to the cable is a pure pulling force and that the transmission of any torque to the connection in the clamping means is avoided.

Figure 11 – Test apparatus for checking damage to conductors

10.3.11 Electrical and thermal stress resistance

Screwless terminals shall withstand the electrical and thermal stresses occurring in normal use.

Compliance is checked by the following tests a) and b), which are carried out on five screwless terminals which have not been used for any other test.

Both tests are carried out with new copper conductors.

– Test a)

The test is carried out by loading the screwless terminals for 1 h with an alternating current as specified in Table 18 and connecting rigid solid conductors 1 m long having the cross-sectional area as specified in Table 18.

The test is carried out on each clamping unit.

Table 18 – Test current for the verification of electrical and thermal stresses in normal use of screwless terminals

Rated current A	Test current A	Cross-sectional area of the conductor mm ²
Up to including 4	9	0,75
Above 4 and including 6	13,5	1
Above 6 and including 13	17,5	1,5
Above 13 and including 16	22	2,5

During the test, the current is not passed through the LSE but only through the terminals.

Immediately after this period, the voltage drop across each screwless terminal is measured with rated current flowing.

In no case shall the voltage drop exceed 15 mV.

The measurements are made across each screwless terminal and as near as possible to the place of contact.

If the back connection of the terminal is not accessible, specimens may be adequately prepared by the manufacturer; care being taken not to affect the behaviour of the terminal.

During the period of the test, including the measurements, the conductors and the measurement means shall not be moved so that the result of the test is affected.

– Test b)

The screwless terminals already subjected to the determination of the voltage drop specified in the previous test a) are tested as follows.

During the test, a current equal to the test current value given in Table 18 is passed.

The whole test arrangement including the conductors shall not be moved until the measurements of the voltage drop have been completed.

The terminals are subjected to 192 temperature cycles, each cycle having a duration of approximately 1 h and being carried out as follows:

- the current is flowing for approximately 30 min;
- for a further approximately 30 min no current is flowing.

The voltage drop in each screwless terminal is determined as prescribed for test a) and is done at the following moments:

- after the first 24 temperature cycles and after the 192 temperature cycles;
- additional measurements to be done after any three of the following temperature cycles: after the 48th, 72nd, 96th, 120th, 144th or 168th temperature cycles.

In no case shall the voltage drop exceed 22,5 mV or two times the value measured after the 24th cycle, whichever is the smaller.

After this test, an inspection by normal or corrected vision without additional magnification shall show no changes evidently impairing further use such as cracks, deformation or the like.

In addition, the mechanical strength test according to 10.3.10 is repeated and all specimens shall withstand this test.

10.3.12 Mechanical reliability

Screwless terminals shall be so designed that the connected rigid solid conductor remains clamped, even when it has been deflected during normal installation, for example during mounting in a box, and the deflecting stress is transferred to the clamping unit.

Compliance is checked by the following test which is made on three specimens of LSE which have not been used for any other test.

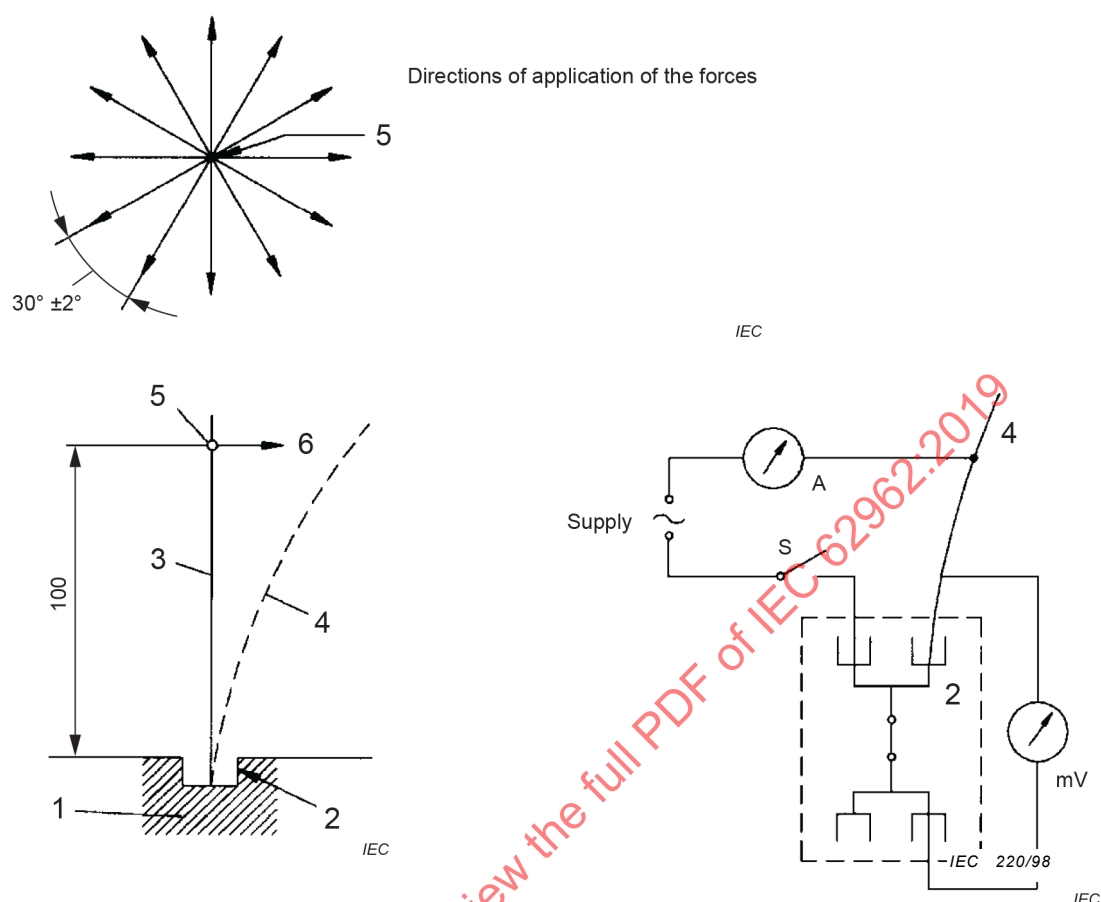
The test apparatus, the principle of which is shown in Figure 12, shall be so constructed that:

- a specified conductor properly inserted into a terminal is allowed to be deflected in any of the 12 directions differing from each other by 30°, with a tolerance referred to each direction of $\pm 5^\circ$, and
- the starting point can be varied by 10° and 20° from the original point.

A reference point need not be specified.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62962:2019

Dimensions in millimetres



Principle of the test apparatus for deflecting test on screwless terminal

Example of test arrangement to measure the voltage drop during deflecting test on screwless terminal

Key

- A ammeter
- S switch
- mV millivoltmeter
- 1 specimen
- 2 clamping unit under test
- 3 conductor
- 4 conductor deflected
- 5 point of application of the force for deflecting the conductor
- 6 deflecting force (perpendicular to the straight conductor)

Figure 12 – Information for deflection test

The deflection of the conductor from its straight position to the testing positions shall be done by means of a suitable device applying a specified force to the conductor at a certain distance from the terminal.

The deflecting device shall be so designed that:

- the force is applied in the direction perpendicular to the undeflected conductor;
- the deflection is attained without rotation or displacement of the conductor within the clamping unit, and
- the force remains applied while the prescribed voltage drop measurement is made.

Provision shall be made so that the voltage drop across the clamping unit under test can be measured when the conductor is connected, as shown for example in Figure 12.

The specimen is mounted on the fixed part of the test apparatus in such a way that the specified conductor inserted into the clamping unit under test can be freely deflected.

To avoid oxidation, the insulation of the wire shall be removed immediately before starting the test.

NOTE 1 If necessary, the inserted conductor can be permanently bent around obstacles, so that these do not influence the results of the test.

NOTE 2 In some cases, with the exception of the case of guidance for the conductor, it can be advisable to remove those parts of the specimens which do not allow the deflection of the conductor corresponding to the force to be applied.

A clamping unit is fitted as for normal use with a rigid solid copper conductor having the smallest cross-sectional area specified in Table 19 and is submitted to a first test sequence. The same clamping unit is submitted to a second test sequence using the conductor having the largest cross-sectional area specified in Table 19, unless the first test sequence has failed.

**Table 19 – Cross-sectional areas of rigid copper conductors
for deflection test of screwless terminals**

Rated current of the terminal A	Cross-sectional area of the test conductor mm ²	
	1 st test sequence	2 nd test sequence
≤ 6	1,0 ^a	1,5
Above 6 up to and including 16	1,5	2,5

^a Only for countries allowing the use of 1,0 mm² conductors in fixed installations.

The force for deflecting the conductor is specified in Table 20, the distance of 100 mm being measured from the extremity of the terminal, including the guidance, if any, for the conductor, to the point of application of the force to the conductor.

Table 20 – Deflection test forces

Cross-sectional area of the test conductor mm ²	Force for deflecting the test conductor ^a N
1,0	0,25
1,5	0,5
2,5	1,0

^a The forces are chosen so that they stress the conductors close to the limit of elasticity. Values based on Table 104 of IEC 60998-2-2:2002.

The test is made with continuous current (i.e. the current is not switched on and off during the test). A suitable power supply should be used and an appropriate resistance should be inserted in the circuit so that the current variations are kept within ±5 % during the test.

A test current equal to the rated current of the terminal is passed through the clamping unit under test. A force according to Table 20 is applied to the test conductor inserted in the clamping unit under test in one of the 12 directions shown in Figure 12 and the voltage drop across this clamping unit is measured. The force is then removed.

The force is then applied successively in each one of the remaining 11 directions shown in Figure 12 following the same test procedure.

If for any of the 12 test directions the voltage drop is greater than 25 mV, the force is maintained in this direction until the voltage drop is reduced to a value below 25 mV, but for not more than 1 min. After the voltage drop has reached a value below 25 mV, the force is maintained in the same direction for a further period of 30 s, during which period the voltage drop shall not have increased.

The other two specimens of LSE of the set are tested following the same test procedure, but moving the 12 directions of the force so that they differ by approximately 10° for each specimen. If one specimen has failed at one of the directions of application of the test force, the tests are repeated on another set of specimens, all of which shall comply with the repeated tests.

11 Constructional requirements

11.1 General

LSE shall not cause danger to the user or surroundings and their use shall be reliable.

Compliance is checked by carrying out all the relevant tests of Clause 11 as applicable.

11.2 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 Clause 18.

11.3 Installation requirements

LSEs shall be constructed to allow:

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

NOTE 1 Screw terminals shown in Figure 6 to Figure 10 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 LSEs 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, in Table 1.

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

In addition, for an LSE 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.

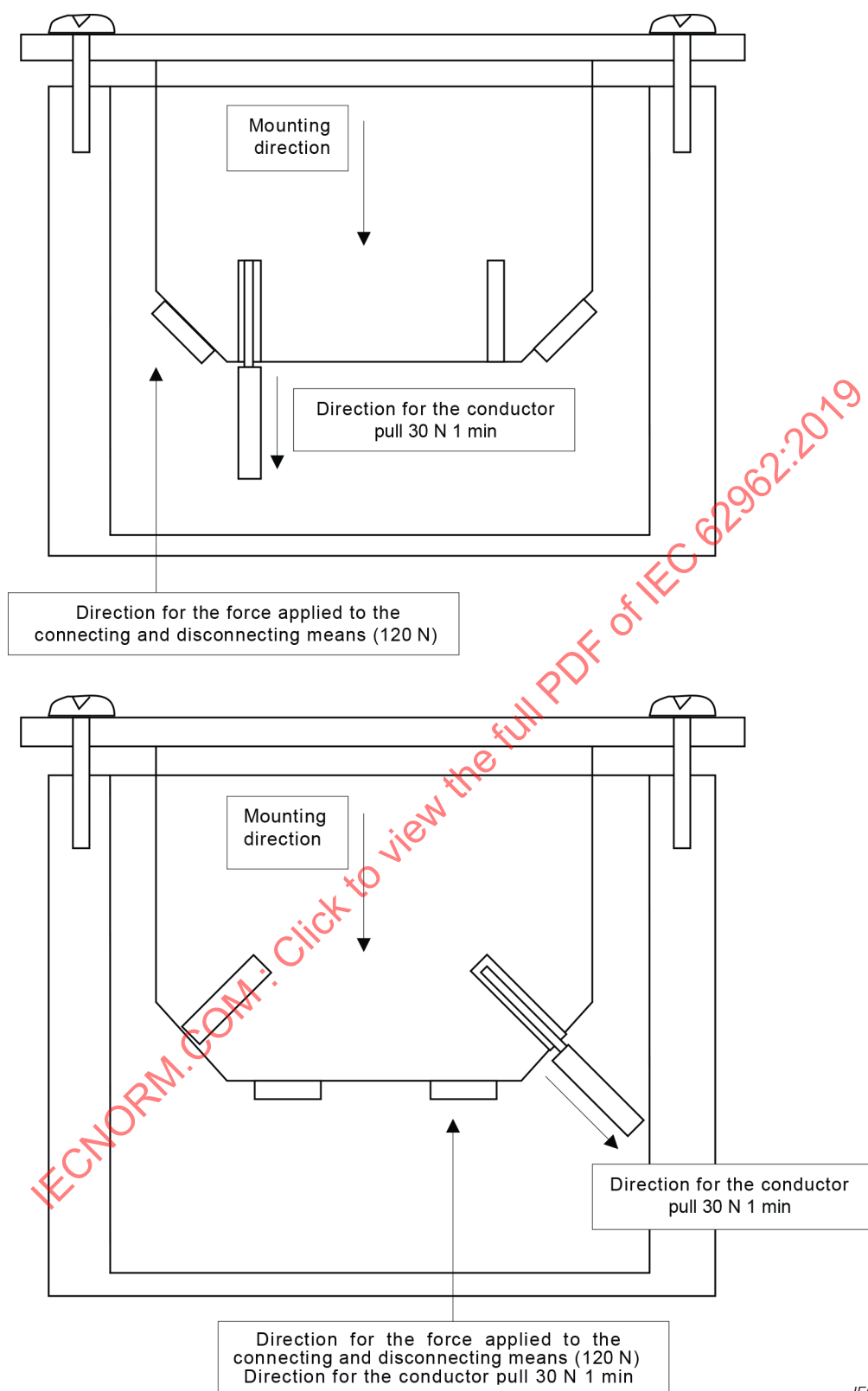
Compliance is checked by inspection and (in case of doubt) by the following test.

The test is carried out with a solid copper conductor having the smallest cross-sectional area specified in 10.3.2.

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 62962:2019



IEC

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

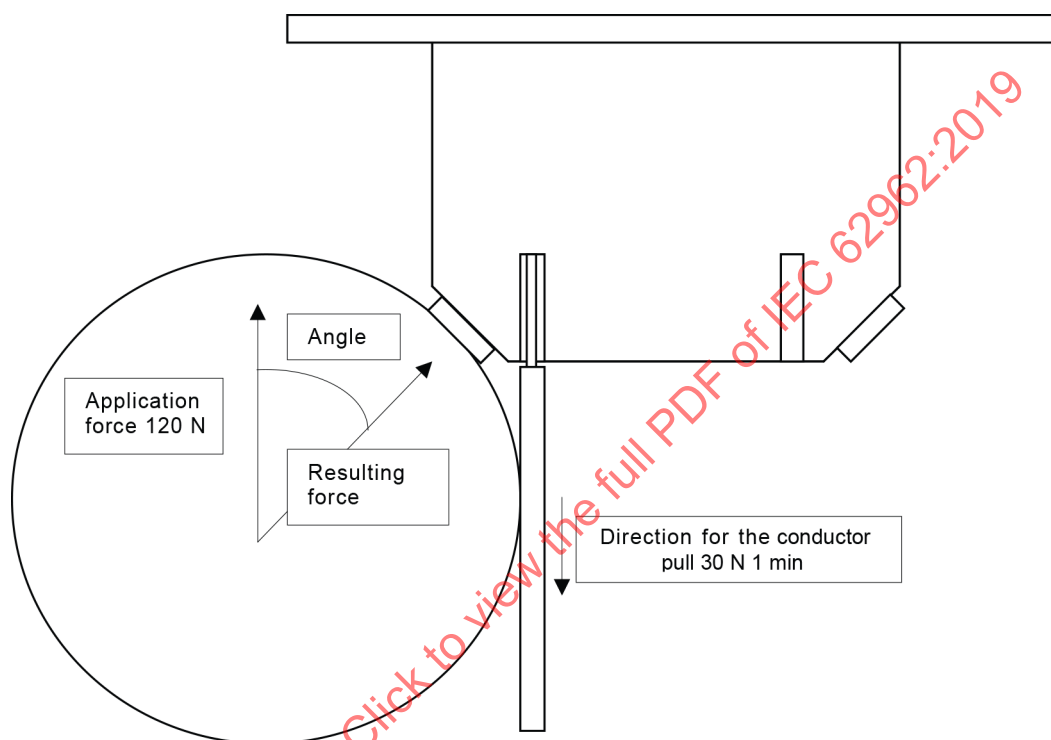
During the application of the force, the conductor is subjected to a pull of 30 N; the pull is applied in one smooth and continuous motion, for 1 min, in the direction of the longitudinal axis of the conductor space.

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 allowed 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.

11.4 Fixing of covers, cover plates and actuating members

11.4.1 General

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.

NOTE Non-earthed metal parts, separated from live parts in such a way that creepage distances and clearances have values specified in Table 29, are not considered as accessible if the requirements of 11.4 are met.

Compliance is checked according to 11.4.2, 11.4.3 or 11.4.4.

11.4.2 Fixings based on screws or rivets

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

11.4.3 Fixings which may be removed by applying a force perpendicular to the surfaces

For covers, cover plates or actuating members whose fixing is 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 21):

- *when their removal may give access, with the test probe B of IEC 61032:1997, to live parts, compliance is checked by tests of 18.3;*
- *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 29, compliance is checked by tests of 18.4;*
- *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 29, or*
 - *live parts of SELV circuits not greater than 25 V AC,**compliance is checked by tests of 18.5*

Table 21 – 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			
		LSE complying with 18.6 and 18.7		LSE not complying with 18.6 and 18.7	
		Shall not come off	Shall come off	Shall not come off	Shall come off
To live parts	18.3	40	120	80	120
To non-earthed metal parts separated from live parts by creepage distances according to Table 29	18.4	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 Clause 21	18.5	10	120	10	120

11.4.4 Fixings which may be removed using a tool

For covers, cover plates or actuating members whose fixing is 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 11.4.3 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.

11.5 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 into a hazard.

Compliance is checked by inspection and with the following tests.

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 LSE shall not show any damage, nor shall a knob and the like have moved, that could cause incompliance with this document.

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

11.6 Mounting means

Screws or other means for mounting the LSE 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.

11.7 Accessories

Accessories combined with LSEs, if any, shall comply with their relevant standard.

12 Mechanism and operating means

12.1 General

Whatever its status (e.g. LSE in shedding mode or not, LSE remotely controlled or not), it shall always be possible:

- to clearly know the LSE status;
- to take over any automatic or remote-controlled mode to manually control the LSE locally, except for remotely controlled LSEs (e.g. by EEMS) if they are provided with a basic operating mode.

Status shall be clearly indicated by appropriate dedicated means and be reliable.

Mode status of LSEs in automatic mode and LSEs remotely controlled shall also be provided with a local indicator.

Compliance is checked by all the following tests, as applicable, and by the inspection of status indicators.

12.2 Indication of the position

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

Compliance is checked by inspection and by manual test.

12.3 Rest position

LSEs with moving contacts shall be so constructed that the moving contacts can come to rest only in the "ON" (closed position) and "OFF" (open position) positions.

Compliance is checked by inspection and by manual tests.

NOTE LSEs are not requested to provide in the open position the isolation function.

12.4 Making and breaking

If the neutral pole is switched, switching of the neutral pole of four-pole LSEs 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.).

12.5 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.

NOTE 1 The actuating member, in some constructions, can constitute the cover.

Compliance is checked by connecting the specimen, 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 2 A cover sealed in position by the manufacturer is considered to be a non-removable part.

12.6 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 LSE.

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.

12.7 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.

12.8 Status indicators

Mode status of the LSE shall be clearly indicated by appropriate and reliable means.

Correct indications of such means are checked as following:

- during tests of Clause 16: at a minimum, during 10 operations at the beginning and at the end of the tests;
- at the end of tests according to 17.2: correct indication is checked by doing 2 additional operations;
- during tests according to 17.1.2, 17.1.3, 17.1.4: correct indication is checked for each operation and configuration;
- according to 17.1.5: as applicable.

13 Resistance to ageing and humidity

13.1 Resistance to ageing

LSEs shall be resistant to ageing.

Parts intended for decorative purposes only, such as certain lids, shall be removed if possible and these parts are not subjected to the test.

Compliance is checked by the following test.

Specimens mounted as for normal use are subjected to a test in a heating cabinet with an atmosphere having the composition and pressure of the ambient air and ventilated by natural circulation.

The temperature in the cabinet is $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

The specimens are kept in the cabinet for 7 days (168 h).

The use of an electrically heated cabinet is recommended.

Natural circulation may be provided by holes in the wall of the cabinet.

After the treatment, the specimens are removed from the cabinet and kept at room temperature and at a relative humidity between 45 % and 55 % for at least 4 days (96 h).

The specimens shall show no crack visible with normal or corrected vision without additional magnification, nor shall the material have become sticky or greasy, this being judged as follows:

- with the forefinger wrapped in a dry piece of rough cloth the specimen is pressed with a force of 5 N;
- no traces of the cloth shall remain on the specimen and the material of the specimen shall not stick to the cloth;

- after the test, the specimens shall show no damage which would lead to non-compliance with this document.

NOTE The force of 5 N can be obtained in the following way: the specimen is placed on one of the pans of a balance and the other pan is loaded with a mass equal to the mass of the specimen plus 500 g. Equilibrium is then restored by pressing the specimen with the forefinger wrapped in a dry piece of rough cloth.

13.2 Resistance to humidity

LSEs shall be proof against humidity which may occur in normal use.

Compliance is checked by the humidity treatment described in 13.2, followed by test specified in Clause 14.

Inlet openings, if any, are left open; if knock-outs 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 specimens shall not show any damage that could cause incompliance with this document.

14 Insulation resistance and dielectric strength

14.1 General

The insulation resistance and dielectric strength of an LSE shall be adequate.

Compliance is checked with the following tests of Clause 14.

They are made after the tests of 13.2 in the humidity cabinet or in the room in which the specimens were brought to the prescribed temperature, after reassembly of those parts which can be removed without the aid of a tool and were removed for the test.

Tests are done consecutively on the same specimens.

14.2 Insulation resistance of the main circuit

After a delay of 30 min to 60 min following the humidity treatment of 13.2, 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 (ON position), between each pole and all other poles connected to one another and the body (Table 22, item 1);

NOTE 1 Electronic components can be disconnected for this test.

- b) with the specimen in closed position (ON 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 22, item 2);
- c) with the specimen in the open position (OFF position), between each pair of the terminals which are electrically connected to one another when the LSE contacts are in the closed position, in turn on each pole (Table 22, item 3)
- d) between metal parts of the mechanism, if insulated from live parts, and other parts (Table 22, item 4);

NOTE 2 Access to the metal part of the mechanism can be specifically provided for this measurement.

- e) for LSEs 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 22, item 5).

The measurements 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 switches;
- 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, Table 22 the metal foil is applied in such a way that sealing compound is effectively tested.

The test according to Table 22, item 5, is only made if any insulating lining is necessary to provide insulation.

The insulation resistance shall be not less than the values shown in Table 22.

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).

14.3 Dielectric strength of main circuits

After the specimen has passed the tests of 14.2, the insulation of parts indicated in 14.2 is subjected for 1 min to a voltage of substantially sinewave form, having a frequency between 45 Hz and 65 Hz.

The tests are made consecutively at test voltages and points of application as described in Table 22.

Initially, not more than half the prescribed 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 8 in Table 22 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 22 – Test voltage, points of application and minimum values of insulating resistance for the verification of dielectric strength

Insulation to be tested		Minimum value of insulation resistance MΩ	Test voltage V	
			Switches having a rated voltage not exceeding 130 V	Switches having a rated voltage exceeding 130 V
1	Between each pole in turn and all other poles connected to the body, with the switch in the "ON" position	2	1 250	2 000
2	Between all poles connected to one another and the body, with the switch in the "ON" position	5	1 250	2 000
3	Between the terminals which are electrically connected to one another when the switch is in the "ON" position, the switch being in the "OFF" position: – normal/mini-gap construction; – micro-gap construction; – semiconductor switching devices	2 2 c	1 250 500 ^a c	2 000 1 250 ^b c
4	Between metal parts of the mechanism, when insulated from live parts, and: – live parts; – metal foil in contact with the surface of the knob or a similar actuating member; – accessible metal parts, including fixing screws, of the main part, if insulation is required	5 5 5	1 250 1 250 1 250	2 000 2 000 2 000
5	Between any metal enclosure and metal foil in contact with the inner surface of its insulation linings, if any ^d	5	1 250	2 000
6	Between live parts and accessible metal parts, if the metal parts of the mechanism are not insulated from live parts	e	2 000	3 000
7	Between live parts and parts of the mechanism, if the latter parts are not insulated from accessible metal parts	e	2 000	3 000
8	Between live parts and metal knobs, push-buttons and the like	e	2 500	4 000
9	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	See Table 23 See Table 23	See Table 23 See Table 23
10	Between SELV/PELV circuit(s) and other circuit(s) having a higher voltage than SELV/PELV	2	2 500	3 750

Insulation to be tested		Minimum value of insulation resistance MΩ	Test voltage V	
			Switches having a rated voltage not exceeding 130 V	Switches having a rated voltage exceeding 130 V
11	Between two SELV/PELV circuits	2	500	500
^a This value also applies for the electric strength test after normal operation. ^b For switches having a rated voltage up to and including 250 V, this value is reduced to: – 750 V for the electric strength test after resistance to humidity; – 500 V for the electric strength test after normal operation. ^c Tests for the verification to the off-position of semiconductor switching devices according to item 3 are under consideration. ^d This test is only made if any insulation is necessary. ^e Measurements of the insulation resistance is not requested for items 6, 7 and 8 according to 14.2.				

14.4 Insulation resistance and dielectric strength of other circuits

Insulation resistance and dielectric strength shall be verified according to a) and b).

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 under the conditions given below.

- 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 9 of Table 22);
 - between each of the parts of the auxiliary circuits which might be isolated from the other parts in normal service and the whole of the other parts connected to one another (item 9 of Table 22).

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 22 for item 9.

- 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 23.

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 10 and 11 of Table 22 are applied between the parts in the same way as expressed under a) and b) as following:
- 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 of Table 22;
 - dielectric strength measurements: dielectric tests are conducted as listed under b) but with values of voltages according to Table 22.

Table 23 – 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

NOTE 1 Discharges which do not correspond to a voltage drop are disregarded.

NOTE 2 In the case of LSEs in which a circuit is not accessible, the tests can be made on samples specifically prepared by the manufacturer.

14.5 Verification of impulse withstand voltages (across clearances and through solid insulations)

14.5.1 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 following:

- ± 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 complete specimen, the attenuation or amplification of the test voltage shall be taken into account. It needs to be assured 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 14.5.2, for the verification of clearances, on 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.

NOTE The use of an oscilloscope can be necessary to observe the impulse voltage to detect disruptive discharge.

14.5.2 Verification of clearances with the impulse withstand voltage tests

If the measurement of clearances of items 2 and 4 of Table 29 and arrangements given in 14.2 show a reduction of the required length, this test applies. This test is carried out immediately after the measurement of the insulation resistance in 14.4.

NOTE 1 The measurement of the clearances can be replaced by this test.

The test is carried out on a specimen fixed on a metal support and being in normal state (no shedding, closed position).

The test impulse voltage values shall be chosen in Table 24 in accordance with the rated impulse voltage of the LSE 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 24.

A first series of tests is made by applying the impulse voltage between:

- the phase pole(s) and the neutral pole (or path) to one another; and
- the metal support connected to the terminal(s) intended for the protective conductor(s), if any.

A second series of tests is made by applying the impulse voltage between:

- the phase pole(s), connected to one another; and
- the neutral pole.

A third series of tests is made by applying the impulse voltage between arrangements given in 14.2 and 14.4 a), and not tested during the two first sequences described here above.

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 24 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage

Rated impulse withstand voltage 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

15 Temperature rise

15.1 General

LSE 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 is checked by the tests of Clause 15.

15.2 Test setup

For these tests, shedding shall be inhibited. Shedding controls may be then disabled.

The LSEs are mounted vertically as in normal use fitted with PVC insulated rigid copper conductors as specified in Table 25, the terminal screws or nuts being tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table 14.

Table 25 – 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 LSEs are 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 LSEs 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 LSE 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 LSE 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 $80 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$.

To ensure normal cooling of assembly should be allowed to dry for at least 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.

15.3 Test procedure

The LSE input and its outputs shall be tested under load conditions as following.

Tests are conducted with alternating load currents adjusted according to Table 25 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 LSE.

- First test: this test aims to test the LSE input.

The input shall be loaded with a test current as defined in Table 25 based on the rated current of the input. The test current shall be divided proportionally to the rating of the outputs.

- Second test: this test aims to test the LSE outputs.

Each output circuit shall be tested individually with a test current as defined in Table 25 based on its rated current. When testing one circuit with the test current, all the other output circuits shall be loaded proportionally to reach the rated current of the LSE.

The test currents for LSE 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 LSE are defined and measured according to Table 26.

The temperature rise shall not exceed values of Table 26, column concerning Clause 15.

During the temperature rise test, the temperature needed to perform tests of 19.4 (ball pressure test) shall be determined.

NOTE Undue oxidation of the contacts can be prevented by sliding action or using silver or silver-faced contacts.

**Table 26 – Permissible temperature rise values
(based on Table 3 of IEC 60065:2001)**

Parts of the LSE		Permissible temperature rise K	
		Clause 15	Clause 26
External parts			
Metal parts	Knobs, handles, sensing surfaces, etc.	40	75
	Enclosure ^a	50	75
Non-metallic parts	Knobs, handles, sensing surfaces, etc. ^b	60	75
	Enclosure ^{a b}	70	75
Inside of enclosures of insulating material		c	c
Windings ^d			
Class A		75	115
Class E		90	130
Class B		95	140
Class F		115	155
Class H		140	175
Class 200		160	195
Class 220		180	215
Class 250		210	245
Core laminations		As for relevant windings	As for relevant windings
Supply cable and wiring: Insulated with ordinary polyvinyl chloride ^h			
not under mechanical stress		70	110
under mechanical stress		55	110
Insulated with natural rubber		55	110
Other insulations ^{d g} except thermoplastic			
Non-impregnated paper		65	80
Non-impregnated cardboard		70	90
Impregnated cotton, silk, paper and textile, urea resins		80	100
Laminates bonded with phenol-formaldehyde resins, phenol-formaldehyde mouldings with cellulose fillers		95	120
Phenol-formaldehyde mouldings with mineral fillers		105	140
Laminates bonded with epoxy resins		130	160
Natural rubber		55	110
Thermoplastic materials ^e		f	f
Terminals and parts which may come into contact with cable insulation when installed		55	110
The values of the temperature rises are based on an ambient temperature of 25 °C, but the measurements are made under normal conditions. ^a For areas not exceeding 5 cm² and which are not likely to be touched in normal use, temperature rises up to 75 K are allowed under normal operating conditions. ^b 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. ^c The permissible temperature rises for the inside of enclosures of insulating material are those indicated for the relevant materials. ^d For this document, the permissible temperature rises are based on the recommendations in IEC 60085. The materials quoted above are shown only as examples. 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. ^e Natural and synthetic rubbers are not considered as being thermoplastic materials. ^f Due 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 10 °C lower than the softening temperature as obtained under a);
 - under fault conditions, the softening temperature itself.
- ^g The table does not apply to components which comply with relevant IEC standards.
- ^h The possibility of raising the values for wires and cables insulated with heat-resistant polyvinyl chloride is under consideration.

16 Making and breaking capacity

LSEs shall have adequate making and breaking capacity.

Compliance is checked by the following test.

Specimens are mounted vertically as in normal use.

Outputs are tested at 1,1 times the rated voltage and 1,25 times their rated current.

They are subjected to 200 operations at a uniform rate according to manufacturer's instructions.

For these tests, shedding controls can be disabled and the switching may be monitored by other means.

LSEs are tested using an alternating current ($\cos \varphi = 0,6 \pm 0,05$).

The metal support of the LSE, if any, on which it is mounted, and the accessible metal parts of the switch, 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.

During the test, no sustained arcing shall occur.

After the test, the specimens shall show no damage which may impair their use.

17 Normal operation

17.1 Functional tests: disconnection and reclosing

17.1.1 General

The LSE shall be able to disconnect its outputs within time and current (power) criteria according to 6.2 (6.3 for power) and its class as declared by the manufacturer.

After disconnection, the LSE shall be able to reconnect its outputs within time criteria according to 6.2.4, (and 6.4 for successive reclosing operations if shedding sequences are declared), and the load shedding class as declared by the manufacturer. All non-priority-outputs shall be tested.

Compliance is checked by tests according to:

- subclause 17.1.2 for disconnection tests; and
- subclause 17.1.3 for reclosing tests;

and, if declared by the manufacturer, by the following tests, as applicable:

- subclause 17.1.4 for load-shedding sequence tests;
- subclause 17.1.5 for remotely controlled LSEs (e.g. by an EEMS).

Whenever needed, the loads are shared between all outputs in order to test both disconnection and reclosing of all outputs.

For LSEs able to monitor the power, tests according to 17.1.2 and 17.1.3 are conducted:

- once with the voltage set at its minimum value;
- a second time with the voltage set at its maximum value;

in both cases with the current set at a value equal to the ratio of the P/U

For LSEs with different ratings, these tests shall be repeated on the same set of specimens for each rating as declared by the manufacturer or, at least, according to the following conditions in the case of different current (power) ratings:

- lower and upper current (power) values; and
- at least one intermediate value (three intermediate values if more than ten different ratings) which may be chosen randomly or as agreed with the manufacturer.

For combined LSEs where different sensing or measuring unit may be defined by the manufacturer, tests shall be repeated:

- with each sensing or measuring unit as declared by the manufacturer but with other units being unchanged; or
- at least as following: if more than three configurations are declared, the sensing or measuring unit configurations to be tested can be chosen randomly (or as agreed with the manufacturer), but representative of the most onerous configuration (e.g. upper and lower accuracy classes or the sensing or measuring units) and at minima with three different configurations.

For combined LSEs where other configurations different from above may be defined by the manufacturer, tests shall be repeated as declared by the manufacturer following the same principles as mentioned above. Such configurations shall be tested three times either on one sample or only once but on three different samples.

Since the number of configurations (different ratings, multiple different sensors or measuring units, etc.) may be too high, different configurations may be mixed together (different current ratings and sensor/measuring units) to reduce the number of the tests, as applicable, randomly or as agreed with the manufacturer, but to be representative as much as possible of the declared configurations.

17.1.2 Disconnection tests

The specimens are mounted vertically as in normal use.

The specimens are first submitted to a current equal to the no-load-shedding current ($I_{nL_{smin}}$) 0_{-5}^0 % during 1 min. No shedding shall happen.

The current is then adjusted to a current equal to the maximum load-shedding current ($I_n L_{smax}$).

Shedding shall happen within times as defined in Table 4 (Table 6 for power) according to the LSE class and in accordance with the declared value of T_{smin} (if declared).

For each specimen under test, these tests are repeated 3 times for each value of load-shedding current ($I_n L_s$) or power ($P_n L_s$) that can be selected with the LSE under tests.

If sequential disconnection modes are declared by the manufacturer, these tests are conducted with currents (power) and settings according to manufacturer's instructions. Disconnection of all outputs shall still happen within times as defined Table 4 (Table 6 for power) according to the LSE class.

In case of programmable LSEs, the tests are carried out at:

- minimum and maximum values of $I_n L_s$;
- at least three intermediate values.

This test shall be immediately followed by the tests of 17.1.3.

For LSEs declared according to classes A or B, the above tests are repeated:

- with a current adjusted to 1,4 $I_n L_s$;
- as above: 3 times, on the same specimens, for each value of load shedding currents ($I_n L_s$) that can be selected for the LSE under test;
- for these tests, only disconnection is checked (reclosing according to 17.1.3 does not need to be tested nor sequential modes). Disconnection shall happen within times as defined in Table 4 (Table 6 for power) for an LSE of class D and in accordance with the declared value of T_{smin} (if declared).

17.1.3 Reclosing tests

The specimens are mounted vertically as in normal use.

The LSE outputs being all in open mode, the current is suddenly decreased to a value equal to the load-reclosing current ($I_n L_r +5_0$ %).

Reclosing of all outputs shall happen within times as defined in 6.2.4 according to the LSE class.

For each specimen under test, these tests are repeated 3 times for each value of load-shedding current ($I_n L_s$) that can be selected with the LSE under tests.

If sequential reclosing modes are declared by the manufacturer, these tests are conducted with currents and settings according to manufacturer's instructions. Reclosing of all outputs shall happen within times as declared in manufacturer's instructions. For each specimen under test, these tests are repeated 3 times for each value of load-shedding current ($I_n L_s$) that can be selected with the LSE under tests.

In case of programmable LSEs, the tests are carried out at:

- minimum and maximum values of $I_n L_s$;
- at least three intermediate values.

In no case reclosing shall happen for times shorter than values of 6.2.4.

17.1.4 Load-shedding sequence(s) tests

The specimens are mounted vertically as in normal use.

Tests are conducted according to 17.1.2 and 17.1.3, as applicable, and according to manufacturer's instructions.

Shedding sequence shall be performed as declared by the manufacturer and shedding shall comply with manufacturer declaration and with the requirements of Clause 6 as relevant.

17.1.5 Remotely controlled LSE and LSE with connection to other external equipment

According to Figure 2, LSE may be remotely controlled by external systems, for example EEMS, and may also exchange information with other external equipment for example energy meters, loads, external sensors, secondary power sources.

Tests of 17.1.1 are conducted, as applicable, with the LSE remotely controlled via its dedicated interface(s) as declared by the manufacturer. The specimens with all external units are mounted and wired as in normal use as declared by the manufacturer.

For EEMS-connected LSE:

- the EEMS is used to monitor the settings of the LSE according to manufacturer's instructions;
- settings of the LSE are defined to represent, in turn, all possible situations as declared by the manufacturer;
- loads and currents are defined to represent, in turn, all the situations;
- tests are conducted following the same principles as in 17.1.1, as applicable;

Tests are conducted only once with all configurations as declared by the manufacturer:

- three specimens for LSE units with minimum configuration (measure, control and switching units, according to 4.3) and the external remote-control unit(s);
- one specimen of other external equipment.

Load-shedding shall happen as declared by the manufacturer and comply with Clause 6 as applicable.

For LSEs designed with additional interfaces for other external equipment (e.g. external sensors, load interfaces), tests shall be conducted following the same principles as for EEMS-connected LSEs and according to manufacturer's instructions.

17.2 Endurance test

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

Compliance is checked by the following test.

For endurance tests, the number of operations is set according to Table 27 or the number of operations declared by the manufacturer, if higher.

Table 27 – Number of operations for normal operation test

Rated current	Number of operations
Up to and including 16 A, for LSE having a rated voltage not exceeding 250 V AC	40 000
Up to and including 16 A, for LSE having a rated voltage exceeding 250 V AC	20 000
Over 16 A up to and including 50 A	10 000
Over 50 A	5 000

All monitored outputs shall be tested. For these tests, shedding controls may then be disabled and the switching may be monitored by other means.

For LSEs with multiple monitored outputs, each monitored output may be tested using separate specimens.

The rate of operation of each LSE output shall be applied according to manufacturer's instructions with a minimum rate according to Clause 16.

LSEs are tested with an alternating current ($\cos \varphi = 0,6 \pm 0,05$) and at a voltage equal to the rated voltage, the output being loaded with its rated current.

The specimens are mounted vertically and shall be connected as described in Clause 16 to the test circuit with cables of length $1 \text{ m} \pm 0,1 \text{ m}$.

During the test, the specimens shall function correctly.

After the test, the specimens shall withstand an electric strength test as specified in 14.3, the test voltage of 4 000 V being reduced to 1 000 V, and the other test voltages to 500 V.

The specimens shall then not show:

- wear impairing their further use;
- deterioration of enclosures, insulating linings or barriers to such an extent that the LSE cannot be further operated.

NOTE Humidity treatment of 13.2 is not repeated before the electric strength test of this subclause.

Sticking of the contacts which does not prevent further operation of the LSE 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 LSE mechanically.

18 Mechanical strength

18.1 General

LSEs shall have adequate mechanical strength to withstand the stresses imposed during installation and use.

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

- subclause 18.2 for all types of LSE, and
- in addition, by the tests of 18.8 for rail mounted LSEs.

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

18.2 Pendulum hammer test

The specimens are subjected to blows by means of an impact-test apparatus as shown in Figure 15 and Figure 16.

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 $150 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$.

It 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.

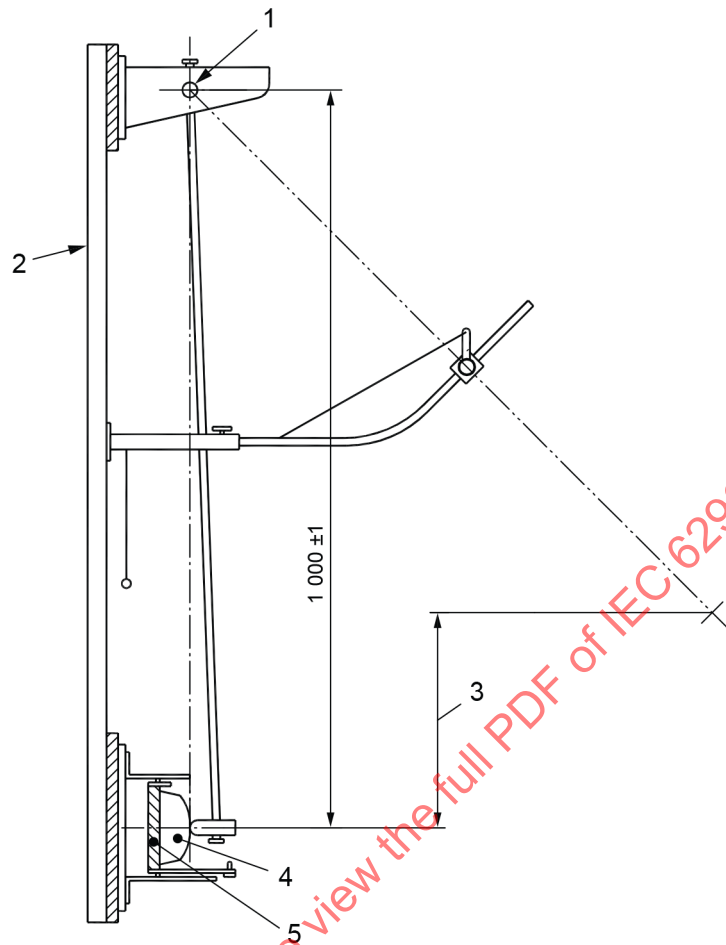
The Rockwell hardness of the polyamide striking element is determined by using a ball having a diameter of $12,700 \text{ mm} \pm 0,0025 \text{ mm}$, the initial load being $100 \text{ N} \pm 2 \text{ N}$ and the extra load $500 \text{ N} \pm 2,5 \text{ N}$.

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 62962:2019

Dimensions in millimeters



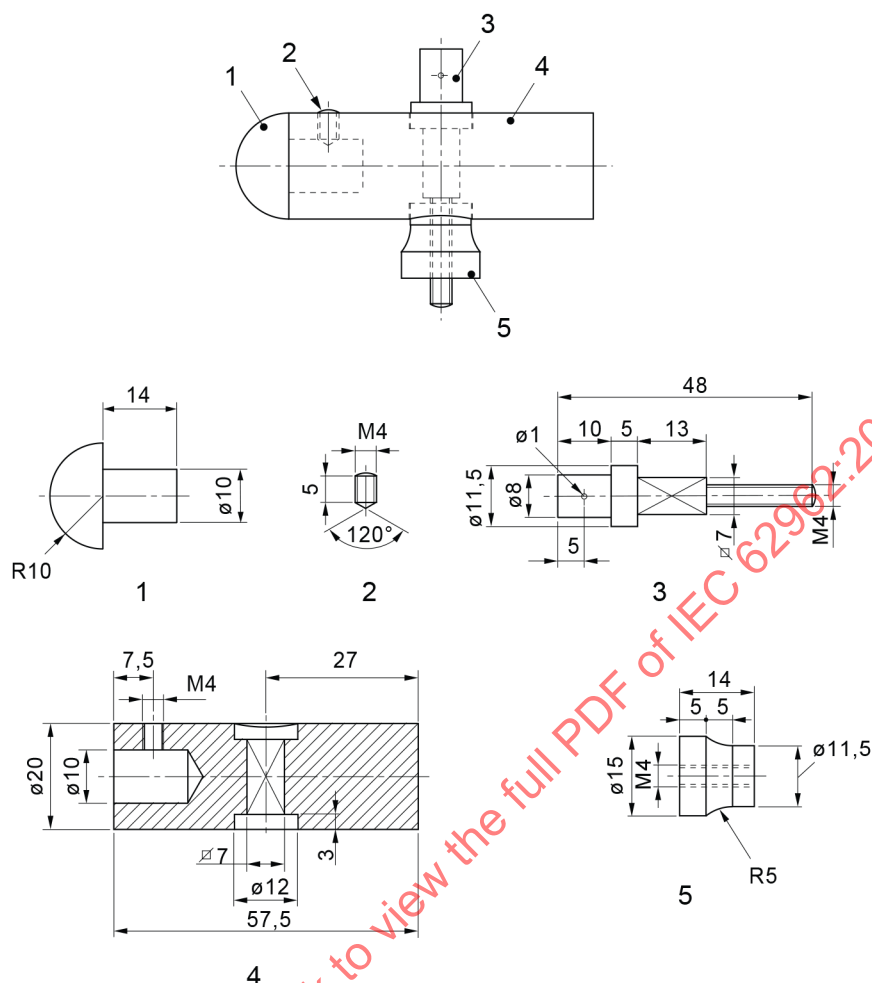
IEC

Key

- 1 pendulum
- 2 frame
- 3 height of fall
- 4 specimen
- 5 mounting fixture

Figure 15 – Pendulum impact test apparatus

Dimensions in millimeters



IEC

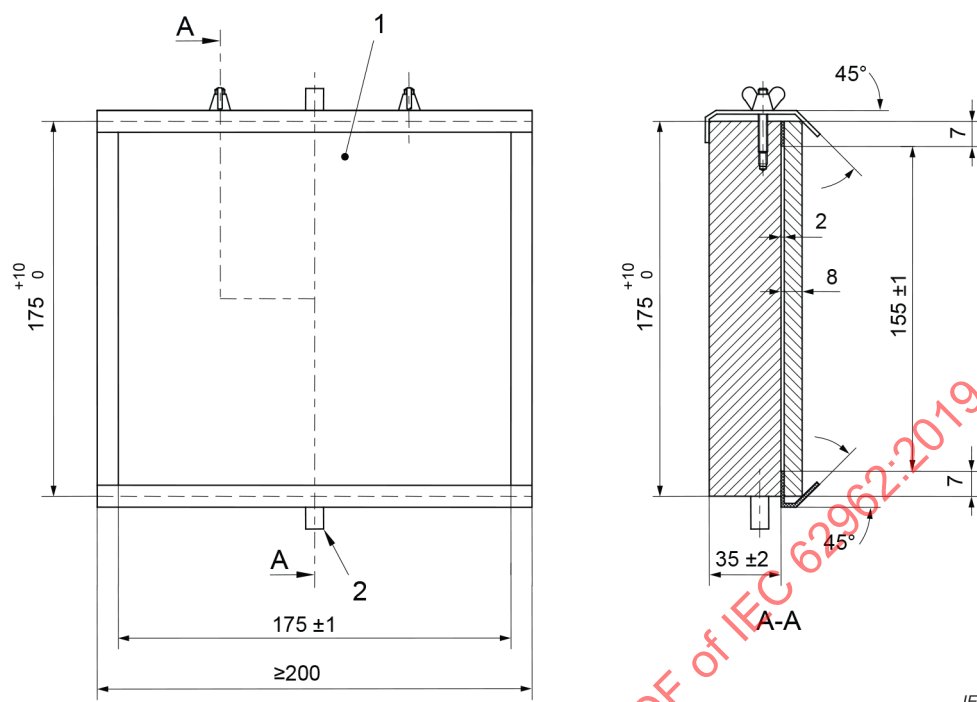
Key

- 1 polyamide
 2, 3, 4, 5 steel Fe 360

Figure 16 – 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 its top and bottom edges to a rigid bracket which is part of the mounting support, as shown Figure 17.

Dimensions in millimeters



IEC

Key

- 1 sheet of plywood
- 2 pivot

Figure 17 – 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.

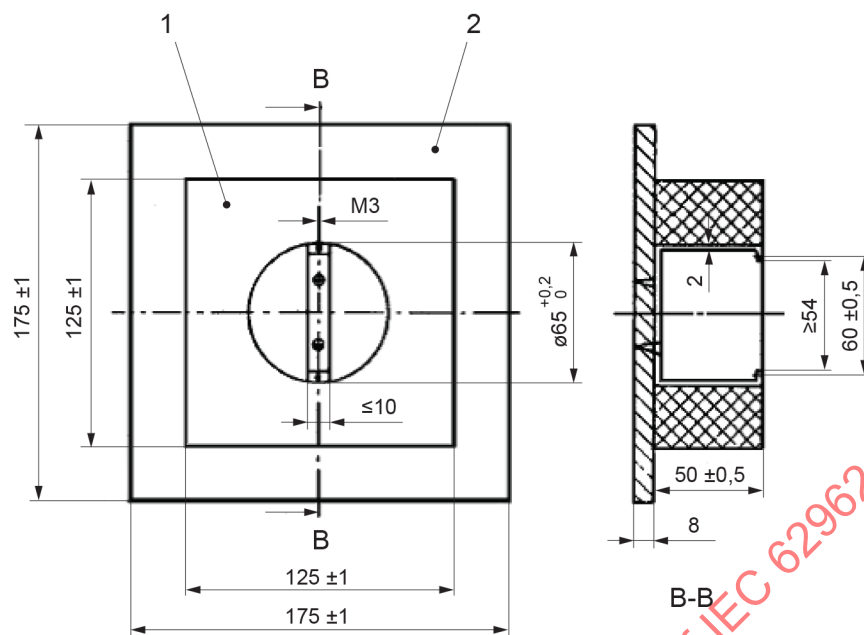
The design of the test apparatus is such that:

- 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 LSEs are mounted directly on the sheet of plywood as shown Figure 17.

Flush-type LSEs are mounted in a device as shown Figure 18, which in turn is fixed to the mounting support made of a plywood sheet shown Figure 17.

Dimensions in millimeters



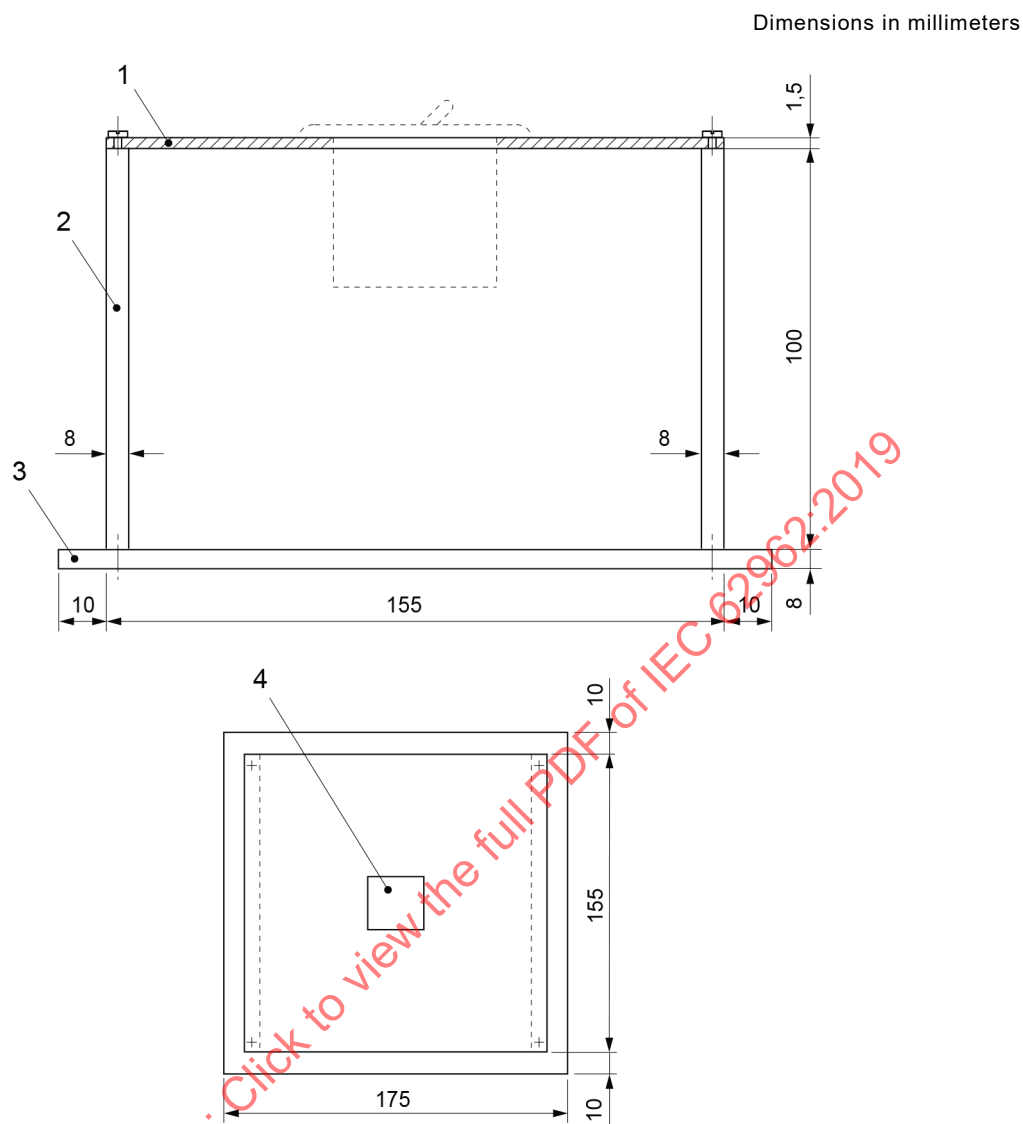
IEC

Key

- 1 block of hombeam
- 2 sheet of plywood

Figure 18 – Mounting block for a flush type LSE

Panel board type LSEs are mounted in a fixture as shown in Figure 19, which in turn is fixed to the mounting support made of a plywood sheet shown in Figure 17.



IEC

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

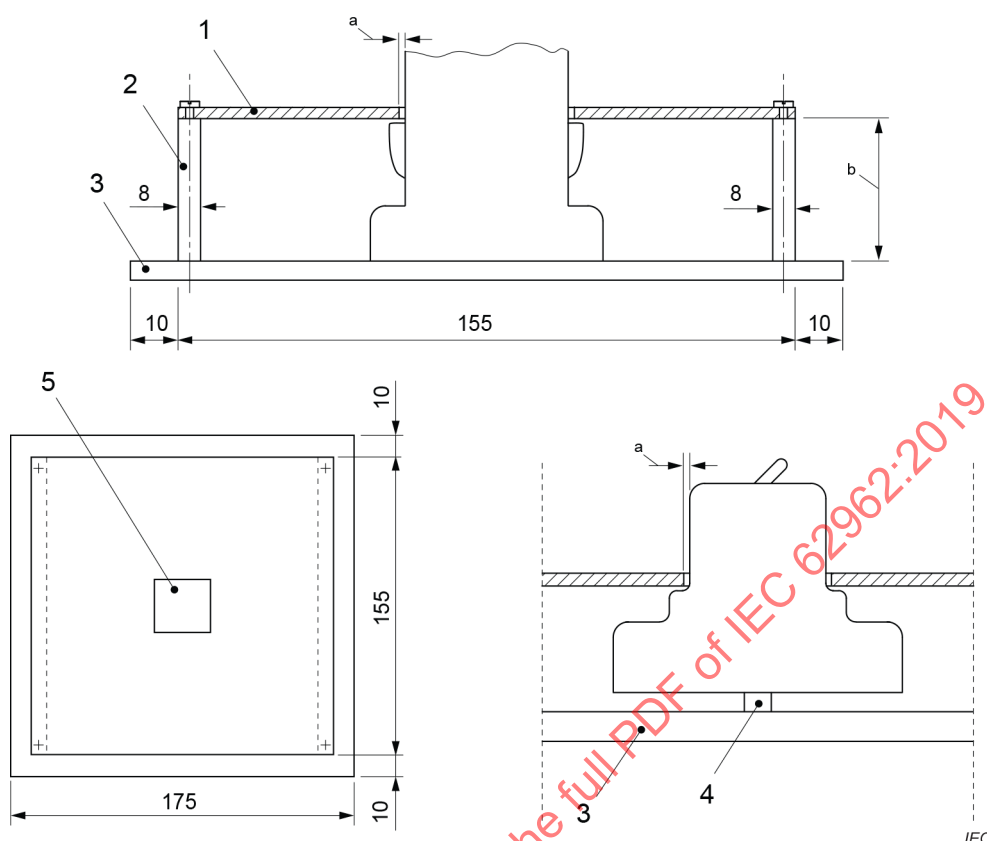
NOTE In particular cases, the dimensions can be increased.

Figure 19 – Example of mounting support of a panel board type LSE

LSEs for screw fixing are fixed by means of screws.

LSEs for rail mounting are mounted on their appropriate rail (see Figure 20).

Dimensions in millimeters

**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 LSEs 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 20 – Example of mounting support for a rear fixed LSE

LSEs 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 knock-outs, are left open. If they are provided with knock-outs, 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 14.

The striking element is allowed to fall from a height which is specified in Table 28.

Table 28 – 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 center of gravity of the striking element can be the checking point. As the center of gravity in practice is difficult to determine, the checking point is chosen as described above.

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

- two blows on each operating means;
- parts on the front surface, including the parts which are recessed: one blow in the center, after the specimen has been moved horizontally, one each on the unfavorable points between the center 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 are as equally distant as possible from the openings.

After the test, the specimen shall not show any damage that could cause incompliance 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 LSE, 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 in 21.2 and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock are neglected.

18.3 Covers, cover plates or actuating members – Accessibility to live parts

18.3.1 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 LSEs are 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 18.3.2 and 18.3.3.

18.3.2 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 center 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 18.6 and 18.7; 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 incompliance with this document.

18.3.3 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 made 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 LSE shall not show any damage that could cause incompliance with this document.

18.4 Covers, cover plates or actuating members – Accessibility to non-earthed metal parts separated from live parts

The test is made as described in 18.3, but applying, for 18.3.2, the following forces:

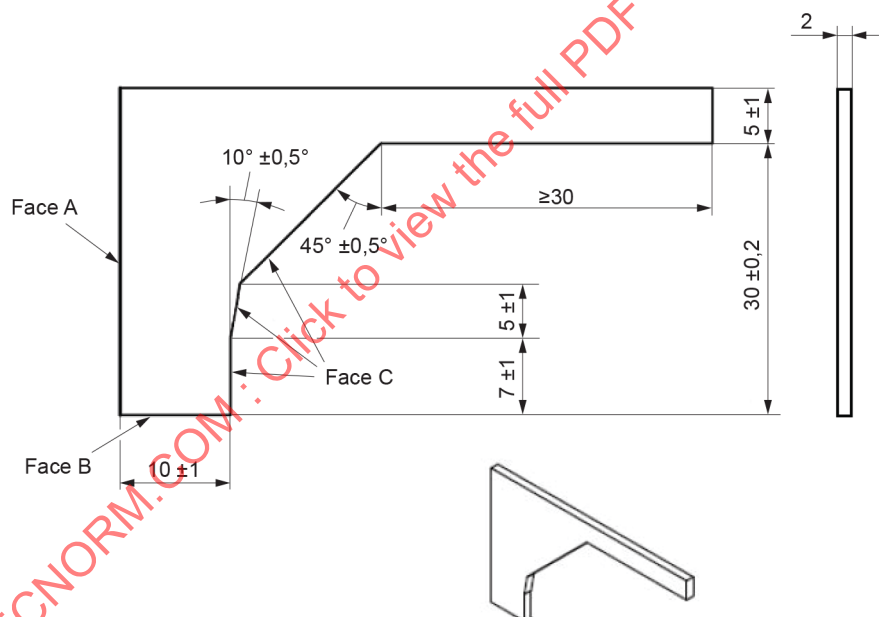
- 10 N, for covers or cover plates or actuating members complying with the test of 18.6 and 18.7;
- 20 N, for other covers or cover plates, actuating members.

18.5 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 made as described in 18.3, but applying, for 18.3.3, the force of 10 N for all covers, cover plates, or actuating members.

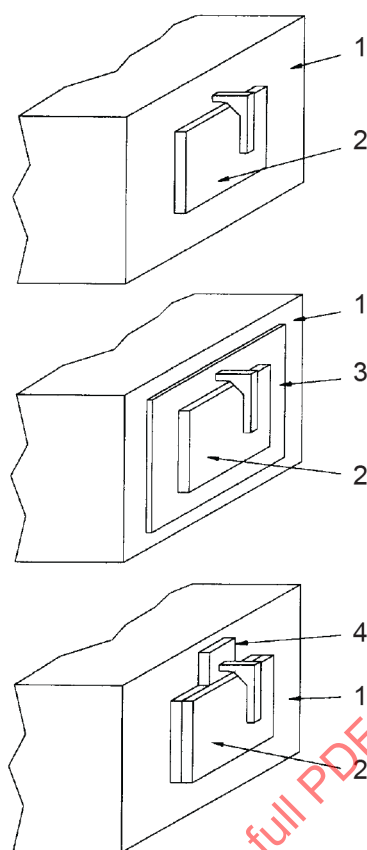
18.6 Covers, cover plates or actuating members – Application of gauges

The gauge shown in Figure 21 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 22. 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.



IEC

Figure 21 – Gauge (thickness: about 2 mm) for the verification of the outline of covers, cover-plates or actuating members



IEC

Key

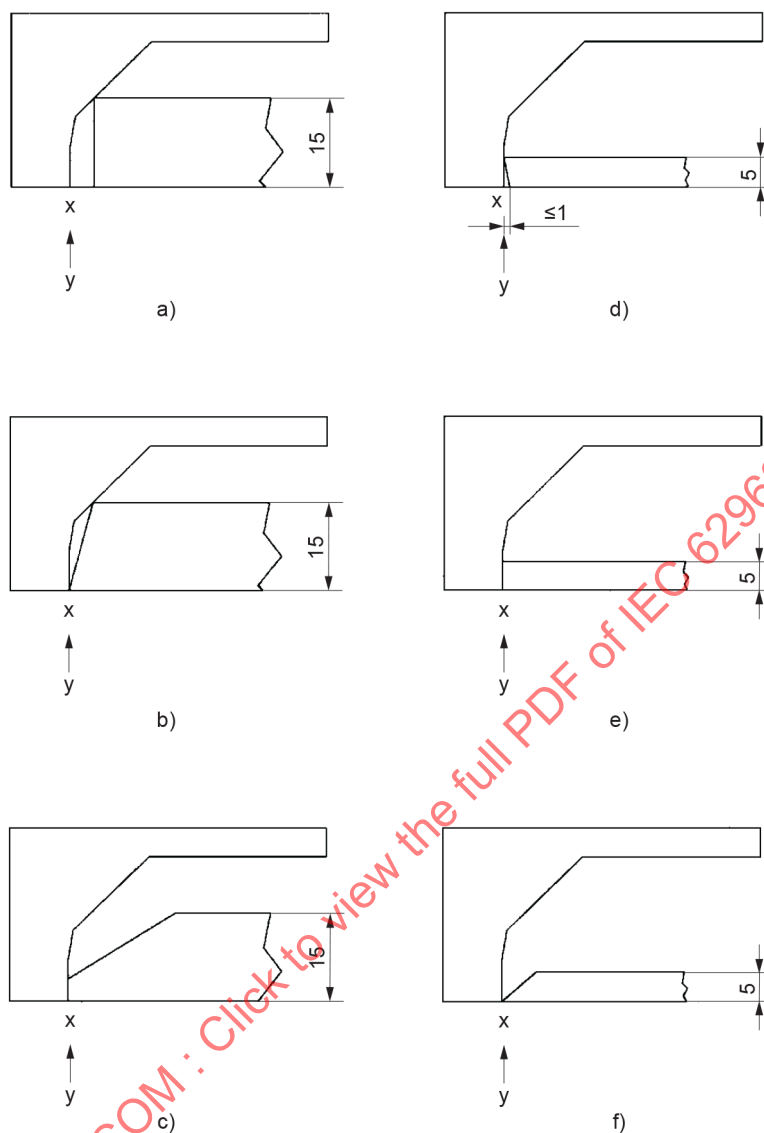
- 1 mounting surface
- 2 switch
- 3 surface support
- 4 spacing piece having the same thickness as the supporting part

Figure 22 – Example of application of the gauge of Figure 21 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 18.7) when measurements are repeated starting from point X in the direction of the arrow Y (see Figure 23).

Dimensions in millimeters



Cases a) and b): do not comply.

Cases c), d), e) and f): comply (compliance shall however be checked also with the requirements of 18.7 using the gauge shown in Figure 21).

Figure 23 – Examples of applications of the gauge of Figure 21

18.7 Grooves, holes and reverse tapers

A gauge according to Figure 24, 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 25.

NOTE The verification whether the gauge according to Figure 24 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 millimeters

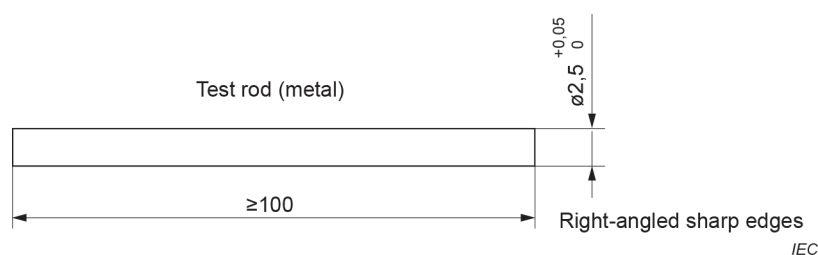
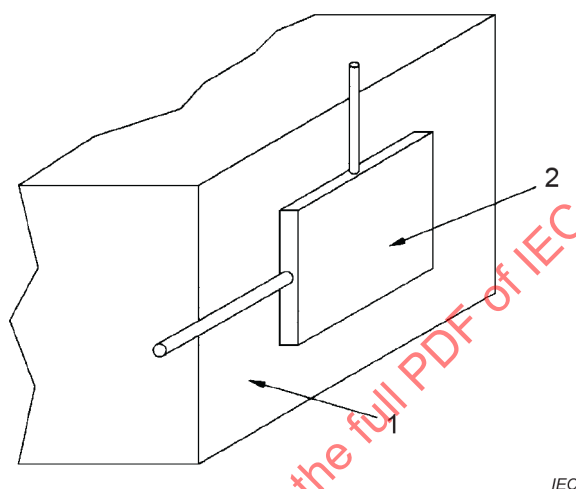


Figure 24 – Gauge for verification of grooves, holes and reverse tapers



Key

- 1 mounting surface
- 2 switch

Figure 25 – Sketch showing the direction of application of the gauge of Figure 24

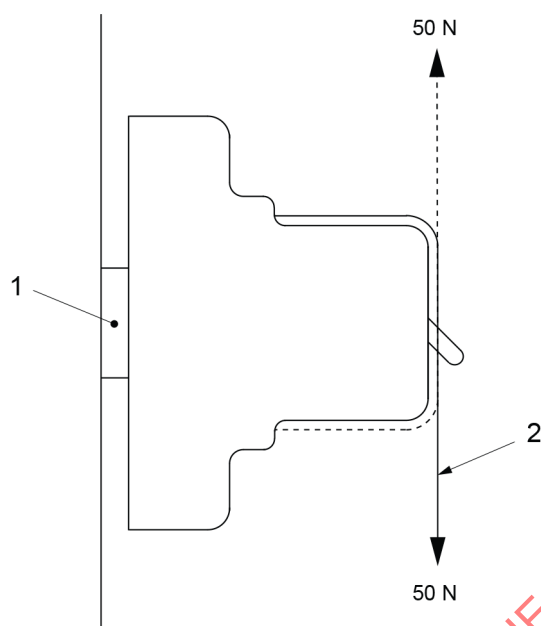
18.8 Rail mounted LSEs

LSE designed to be mounted on a rail are 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 26).

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

Dimensions in millimeters



Key

- 1 rail
- 2 cord

Figure 26 – Application of forces on a rail-mounted LSE

19 Resistance to heat

19.1 General

LSEs shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by tests of 19.2, and, as applicable, by tests of 19.3 and 19.4.

19.2 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.

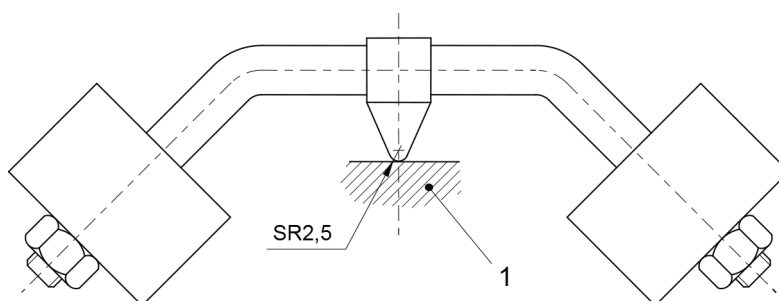
After the test and after the samples have been allowed to cool down to approximately room temperature, there shall be no access to live parts which are normally not accessible when the samples are mounted as in normal use, even if the standard test finger (see Figure 4) is applied with a force not exceeding 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.

19.3 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 27.



Key

1 sample

Figure 27 – 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 which 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.

19.4 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 19.3, but the test is made 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 Clause 15, whichever is the higher.

NOTE 1 For the purpose of the tests of 19.3 and 19.4, bases of surface-type LSEs are considered as external parts.

NOTE 2 The tests of 19.3 and 19.4 are not made on parts of ceramic material.

NOTE 3 If two or more of the insulating parts referred to in 19.3 and 19.4 are made of the same material, the test according to 19.3 or 19.4, as applicable, is carried out on only one of these parts.

20 Screws, current carrying capacity and connections

20.1 General

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

Screws operated when mounting the LSE during installation shall not be of the thread-cutting type (see Figure 28).

Thread-forming screws may be used for mechanical connections if supplied together with the piece in which they are intended to be inserted (see Figure 29).

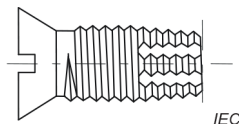


Figure 28 – Thread-cutting screw

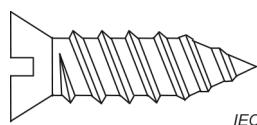


Figure 29 – Thread-forming screw

Screws or nuts which transmit contact pressure shall be in engagement with a metal thread.

Compliance is checked by inspection according to 20.2 to 20.6, as applicable, and, for screws and nuts which are operated when connecting the external conductors and mounting the LSE during the installation, by the following test.

NOTE 1 The requirements for the verification of terminals are given in Clause 10.

The screws or nuts are tightened and loosened:

- 10 times for screws in engagement with a thread of insulating material;
- 5 times in all other cases.

The screws or nuts in engagement with a thread of insulating material are completely removed and reinserted each time.

The test is made by means of a suitable test screwdriver or a suitable tool, applying the relevant torque as specified in 10.2.5.

The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

During the test, no damage impairing the further use of the screwed connections shall occur, such as breakage of screws or damage to the head slots (rendering the use of an appropriate screwdriver impossible), threads, washers or stirrups.

After the test, the connections shall not have become loose nor shall their electrical function be impaired. Moreover, enclosures and covers shall not be damaged.

NOTE 2 Screws or nuts which are operated when assembling or mounting the LSE include screws for fixing covers or cover plates, etc., but not connecting means for screwed conduits and screws for fixing the base of an LSE.

20.2 Correct insertion of screws

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

Compliance is checked by inspection and by manual test.

The requirements 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(s) to be fixed, by a recess in the female thread or by the use of a screw with the leading thread removed.

20.3 Contact pressure of electrical connections

Electrical connections shall be designed in a way 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 resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulating material.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

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

20.4 Screws and rivets used both as electrical and mechanical connections

Screws and rivets, which serve as electrical as well as mechanical connections, shall be locked against loosening or turning.

Compliance is checked by inspection.

NOTE 1 Spring washers can provide satisfactory locking.

NOTE 2 For rivets, a non-circular shank or an appropriate notch can be sufficient.

NOTE 3 Sealing compound which softens on heating provides satisfactory locking only for screw connections not subjected to torsion in normal use.

20.5 Material of current-carrying parts

Current-carrying parts, including those of terminals (also earthing terminals), shall be made of metal having, under the conditions occurring in the equipment, adequate mechanical strength, electrical conductivity and resistance to corrosion for their intended use.

Examples of suitable metals, when used within the permissible temperature range and under normal conditions of chemical pollution, are:

- copper;
- an alloy containing at least 58 % copper for parts made from cold-rolled sheet 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

Current-carrying parts which may be subjected to mechanical wear shall not be made of steel with electroplated coating.

Metals showing a great difference of electrochemical potential with respect to each other under moist conditions shall not be used in contact with each other.

Compliance is checked by inspection.

In case of using ferrous alloys or suitably coated ferrous alloys, compliance to resistance to corrosion is checked by a test of resistance to rusting according to Clause 23.

The requirements of 20.5 do not apply to contacts, magnetic circuits, heater elements, bimetals, shunts, parts of electronic devices or to screws, nuts, washers, clamping plates, similar parts of terminals and parts of the test circuit.

20.6 Thread-forming and thread-cutting screws

Thread-forming screws and thread-cutting screws shall not be used for the connection of current-carrying parts. Thread-forming screws and thread-cutting screws may be used to provide earthing continuity provided that it is not necessary to disturb the connection in normal use and at least two screws are used for each connection.

Compliance is checked by inspection.

21 Creepage distances, clearances and distances through sealing compound

21.1 General

Creepage distances, clearances and distances shall be not less than the values shown in Table 29 which is based on the LSE being designed for operating in an environment with pollution degree 2. See also Annex C.

Compliance with Table 29 is checked by measurements according to 21.2 and compliance with 21.3.

21.2 Measurements

The measurements are made on the specimen fitted with conductors of the largest cross-sectional area specified in Table 9 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 4 (test probe B of IEC 61032:1997), but 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 LSEs, the most unfavorable conduit or cable is introduced for a distance of 1 mm into the specimen in accordance with 11.3.

If the metal frame supporting the base of flush-type LSE is movable, this frame is placed in the most unfavorable 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 air-gap less than 1 mm is ignored in computing the total clearance.

NOTE 1 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 clearances of items 2 and 4 of Table 29 (except accessible surfaces after installation, see Note 2) may be reduced provided that the measured clearances are not shorter than the minimum allowed in IEC 60664-1:2007 for homogenous field conditions.

NOTE 2 Accessible surface after installation means any surface accessible by the user when the LSE is installed according to the manufacturer's instructions. The test finger can be applied to determine whether a surface is accessible or not.

In this case, after the humidity treatment described in 13.2, compliance for item 2 and 4 and arrangements of 14.2 is checked in the following order:

- tests according to 14.2 to 14.4 as applicable;
- test according to 14.5.2 is applied with test voltages given in Table 24 with test arrangements of 14.2.

If measurement does not show any reduced clearance, test of 14.5.2 is not applied.

Compliance for item 3 in Table 29 is checked by measurement.

The insulating materials are classified into material groups on the basis of their comparative tracking index (CTI) according to 4.8.1 of IEC 60664-1:2007.

21.3 Insulating compound

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

Compliance is checked by inspection.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62962:2019

Table 29 – Minimum clearances and creepage distances

	Minimum clearances mm			Minimum creepage distances ^{d, e} mm											
				Group IIIa ^g (175 V ≤ CTI < 400 V) ^c				Group II (400 V ≤ CTI < 600 V) ^c				Group I (600 V ≤ CTI) ^c			
	Rated voltage V			Working voltage ^d V											
	<i>U_{imp}</i>														
	2,5 kV	4 kV	4 kV												
Description	120/240 120	120/240 240	230/400 230 400	> 25 ≤ 50 ^h	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400	> 25 ≤ 50 ^h	120	250	400
1. Between live parts which are separated when the main contacts are in the open position – Normal gap – Mini gap – Micro gap	1,5 1,2 < 1,2	3,0 1,2 < 1,2	3,0 1,2 < 1,2	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	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 ^f	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 LSE; – surface on which the LSE is mounted ^a ; – screws or other means for fixing the LSE ^a ; – metal covers or boxes ^a ; – other accessible metal parts ^b ; – metal frames supporting flush-type LSEs.	1,5	3,0	3,0	1,5	4,0	1,5	3,0	1,5	3,0	1,5	3,0	1,5	3,0	1,5	3,0

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

NOTE 1 The values given for 400 V are also valid for 440 V.

NOTE 2 The parts of the neutral path, if any, are considered to be live parts.

- ^a 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 LSE is mounted are not dependent on the design of the LSE only, so that they can be reduced when the LSE is mounted in the most unfavourable condition.
- ^b 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 4).
- ^c See IEC 60112.
- ^d 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 picked up from the tables. For determination of creepage distances, see Annex C.
- ^e Creepage distances cannot be less than the associated clearances.
- ^f To cover all different voltages including ELV in an auxiliary contact.
- ^g For material group IIIb ($100 \text{ V} \leq \text{CTI} < 175 \text{ V}$), the values for material group IIIa multiplied by 1.6 apply.
- ^h For working voltages up to and including 25 V, reference may be made to IEC 60664-1:2007.

22 Resistance of insulating material to abnormal heat and fire

22.1 General

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 22.2.

22.2 Glow-wire test

The test is performed according to IEC 60695-2-10:2000 and IEC 60695-2-11:2000 under the following conditions:

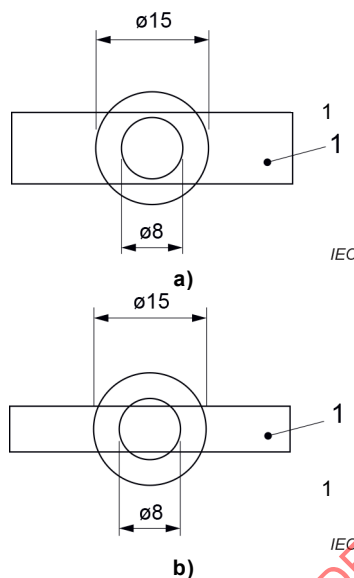
- a) for parts made of insulating material necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, by the test made at a temperature of $(850 \pm 15) ^\circ\text{C}$, except for parts of insulating material needed to retain the earth terminal in position in a box which shall be tested at a temperature of $650 ^\circ\text{C}$;
- b) 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 made 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.

External conductors cannot be considered as retaining the current-carrying parts. 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 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 LSEs 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 22.2 (see Figure 30 for diagrammatic representation).



Key

- 1 specimen
- a) To be tested
- b) No test is required

Figure 30 – Diagrammatic representation

If different insulating parts is 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 down 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 getting in touch 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 LSE.

NOTE 4 If the test cannot be made on a complete LSE, a suitable part can be cut from it for the purpose of the test.

The test is made on three specimens, with points of application for the glow wire test being different from one specimen to another one. The test is made 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.

In accordance with the manufacturer, it is acceptable as an alternative method to remove the part under examination in its entirety and test it separately (see Clause 4 of IEC 60695-2-11:2014).

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 unfavorable 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 LSE.

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 shall be measured and recorded.

The LSE is regarded as having passed the glow-wire test if one of the following conditions is met:

- there is no visible flame and sustained glowing;
- flames and glowing at the LSE 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.

23 Resistance to rusting

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

Compliance is checked by the following test.

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.

24 EMC requirements

24.1 General

LSEs shall be designed to operate correctly under the conditions of electromagnetic environment in which they are intended to be used, as defined by the compatibility levels given in IEC 61000-2-2 when connected to AC low-voltage public supplies.

The tests are carried out with new specimens as detailed underneath.

The manufacturer shall specify all details related to the load.

These tests apply to LSEs classified according to 7.6.1, as relevant.

For LSEs classified according to 7.6.2 or 7.6.3, tests according to Clause 24 apply only to control units. However, the system under test shall contain for purposes of functional operation tests at least one sensor (or sensing unit) and one switching unit which wired as in normal use according to manufacturer instructions. Only one configuration needs to be used, i.e. only one sensing unit and only one switching unit designated by the manufacturer (not all configurations).

Compliance is checked by the tests of 24.2 and 24.3.

24.2 Immunity

24.2.1 General

An LSE shall be designed so that its state and settings are protected against interferences. The operation of the LSE shall be protected against continuous interference (e.g. IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-6 and IEC 61000-4-8).

For the following tests, the specimen is loaded with loads according to the manufacturers specifications with a voltage equal to its rated voltage, unless otherwise stated in the following subclauses 24.2.2 to 24.2.8.

The specimen shall be tested according to Table 30 with or without operation as specified in the relevant paragraphs from 24.2.2 to 24.2.8. However, all tests of Table 30 can be carried out with the same specimen if allowed by the manufacturer.

Table 30 – Immunity tests (overview)

EMC phenomena	Test specification	Test set-up	Subclause	Specimen
Voltage dips and short interruptions	Table 31	IEC 61000-4-11	24.2.2	G
Surges	Table 32	IEC 61000-4-5	24.2.3	G
Fast transients (burst)	Table 33	IEC 61000-4-4	24.2.4	H
Electrostatic discharge	±4 kV contact discharge ±8 kV air discharge	IEC 61000-4-2	24.2.5	H
Radiated electromagnetic field	test 3 V/m	IEC 61000-4-3	24.2.6	I
Radio frequency voltage	3 V RMS.	IEC 61000-4-6	24.2.7	I
Power frequency magnetic field ^a	3 A/m, 50 Hz	IEC 61000-4-8	24.2.8	I

^a This test is applicable only to LSEs containing components susceptible to magnetic fields, for example, Hall elements, etc.

The load current is adjusted to 80 % of the no-load-shedding current of the specimen, except otherwise stated in the following subclauses.

When correct operation is requested to be checked, the load current is increased to a current equal to its maximum load-shedding current ($I_{nL_{smax}}$). Shedding shall then happen. Test is conducted only once.

24.2.2 Voltage dips and short interruptions

The specimen shall be tested with the test equipment specified in IEC 61000-4-11 as specified in 24.2.1, in accordance with Table 31, with a sequence of three dips/interruptions with intervals of 10 s minimum between each test event.

The test shall be done on the power supply lines of the specimen.

During the test, the specimen is not operated.

Abrupt changes in supply voltage shall occur at zero crossings.

The output impedance of the test voltage generator shall be low, even during the transition.

The change between the test voltage U_T and the changed voltage is abrupt.

NOTE 100 % U_T is equal to the rated voltage.

A test level of 0 % corresponds to a total supply voltage interruption.

Table 31 – Voltage dip and short-interruption test values

Test level % U_T	Voltage dip/interruptions % U_T	Duration (number of cycles at rated frequency)
0	100	10
40	60	10
70	30	10

During the test, the state and settings of the specimen may alter, flickering is neglected.

After the test, the specimen shall be in the original state and settings.

Correct operation is checked according to 24.2.1.

24.2.3 Surge immunity test for 1,2/50 wave impulses

The specimen shall be tested for resistance to unidirectional surges caused by overvoltages from switching and lightning transients.

During the test, the specimen is not operated.

The test is carried out according to IEC 61000-4-5 by applying two positive discharges and two negative discharges 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 32.

Tests with lower voltages are not required.

If the specimen has a metallic mounting surface when mounted as in normal use, the test is repeated between line and earth with a test voltage according to Table 32.

Table 32 – Surge immunity test voltages

Conductors/Terminals	Coupling	Test voltage kV
Mains	Line to line	1
	Line to earth	2

During the test, the state and settings of the specimen may alter, flickering is neglected.

After the test, the specimen shall be in the original state and settings.

Correct operation is checked according to 24.2.1.

24.2.4 Electrical fast transient/burst test

The specimen shall be tested for resistance to repetitive fast transients/bursts on supply and control terminals/terminations.

During the test, the specimen is not operated.

The test is carried out according to IEC 61000-4-4 as following.

The levels of the repetitive fast transients consisting of bursts coupled into the supply and control terminals/terminations of the specimen is specified in Table 33.

Table 33 – Fast transient test values

Open circuit test voltage $\pm 10\%$		
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 $(60 + {}^{+5}_0)$ s, but not less than the time necessary for the specimen to respond for each positive and negative polarity.

During the test, the state and settings of the specimen may alter, flickering is neglected.

After the test, the specimen shall be in the original state and settings.

Correct operation is checked according to 24.2.1.

24.2.5 Electrostatic discharge test

The specimen shall withstand electrostatic contact and air discharges.

During the test, the specimen is not operated.

The test is carried out 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.

The static electricity discharges shall be applied only to such points and surfaces of the specimen which are accessible in normal use.

The discharges are applied to the pre-selected points designated by the manufacturer, which shall include different material, if any.

The following levels apply:

- test voltage of contact discharge: 4 kV;
- test voltage of air discharge: 8 kV.

During the test, the state and settings of the specimen may alter, flickering is neglected.

After the test, the specimen shall be in its original state and settings.

Correct operation is checked according to 24.2.1.

24.2.6 Radiated electromagnetic field test

The specimen shall withstand the radiated electromagnetic field test.

The test is carried out according to IEC 61000-4-3 by applying a field strength of 3 V/m in the frequency range 80 MHz to 1 000 MHz and 1 400 MHz to 2 000 MHz except for the exclusion band as defined in the relevant product standard for transmitters, receivers and duplex transceivers.

During and after the test, the specimen shall operate as intended. Correct operation is checked as following.

During the test, no shedding shall happen when the load current is set at 80 % of the no-load-shedding current. For 3 frequencies chosen as agreed with the manufacturer, correct operation is checked during the tests by increasing the load current to a current equal to its maximum load-shedding current ($I_{nL_{smax}}$). Shedding shall happen.

After the tests, correct operation is also checked according to 24.2.1.

24.2.7 Radio-frequency voltage test

The specimen shall withstand the radio-frequency voltage test.

The test is carried out according to IEC 61000-4-6 by applying a conducted radio-frequency voltage of 3 V RMS on supply lines and control lines.

During and after the test, the specimen shall operate as intended. Correct operation is checked as following.

During the test, no shedding shall happen when the load current is set at 80 % of the no-load-shedding current. For 3 frequencies chosen as agreed with the manufacturer, correct operation is checked during the tests by increasing the load current to a current equal to its maximum load-shedding current ($I_{nL_{smax}}$). Shedding shall happen.

After the tests, correct operation is also checked according to 24.2.1.

24.2.8 Power-frequency magnetic field test

This test is applicable only to LSEs containing components susceptible to magnetic fields, for example, Hall elements, etc.

The specimen shall withstand the power frequency magnetic field test.

The specimen is set at a voltage equal to its rated voltage but with no load.

The test is carried out according to IEC 61000-4-8 by applying a magnetic field of 3 A/m, 50 Hz.

During the test, the state and settings of the specimen may alter.

After the test, the specimen shall be in its original state and settings.

Correct operation is checked according to 24.2.1.

24.3 Emission

24.3.1 General

These tests are carried out with one new specimen. They may also be carried out with one of the specimen used for tests of 24.2, if agreed by the manufacturer.

24.3.2 Low-frequency emission

LSEs with electromechanically operated contact mechanisms (for example, a relay) do not cause harmonic current emissions and are deemed to meet the requirements of IEC 61000-3-2 without need for testing.

24.3.3 Radio-frequency emission

LSEs shall not cause excessive radio interferences.

LSEs shall comply with CISPR 15.

25 Coordination with short-circuit devices

25.1 General requirements for coordination

LSEs shall have adequate coordination with a short-circuit protective device (SCPD). In case 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 LSE and shall neither endanger the operator nor initiate a flashover between live conductive parts or between live conductive parts and earth.

Compliance is checked by the tests of 25.3.

25.2 Testing conditions

25.2.1 Test circuit

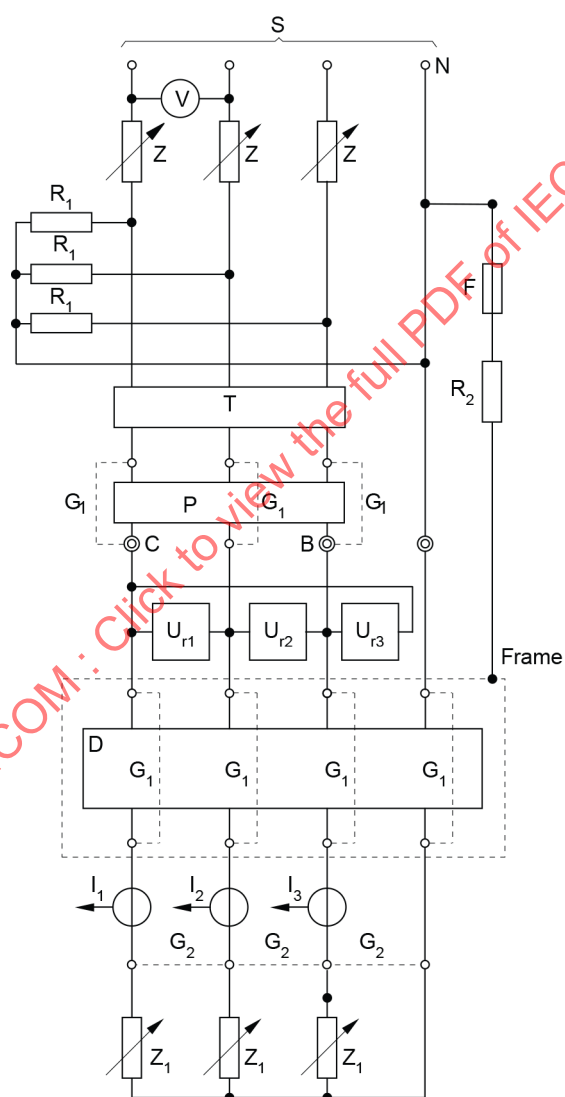
Figure 31 and Figure 32 respectively give diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:

- a single pole LSE;
- a two-pole LSE;
- a three-pole LSE;
- a three-pole plus switched neutral LSE.

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 with the approval from the manufacturer.



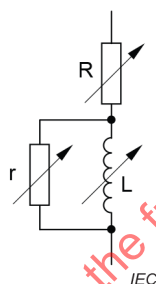
IEC

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 D
P	short-circuit protective device

Figure 31 – 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 32 – Detail of impedances Z and Z_1

The supply S feeds a circuit including impedance Z, the short-circuit protective device P (SCPD), the LSE under test D, and the additional impedance Z_1 .

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 32). This resistor may be omitted if agreed by the manufacturer.

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 LSE.

The SCPD, or the equivalent impedance, is inserted between the impedance Z and the LSE.

The additional impedance Z_1 shall be inserted on the load side of the LSE.

The LSE 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 1.

It is recommended that 0,5 m be connected on the supply side and 0,25 m on the load side of the LSE 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 LSE as given in Table 34, 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 LSE 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 34.

Without an agreement of the manufacturer, these values shall not be higher than 1,1 times the values given in Table 34.

Table 34 – Minimum values of I^2t and I_p

I_{nc} and $I_{\Delta c}$ 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 At the request of the manufacturer, 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 LSE 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 LSE normally earthed in service, including the metal support on which the LSE 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 LSEs;
- across the supply terminals, for multipole LSEs.

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.

25.2.2 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 5.2.

25.2.3 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 35.

Table 35 – Power factors for short-circuit tests

Short-circuit current (I_C) 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

25.2.4 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 LSE under test.

After each arc extinction, the power-frequency recovery voltage shall be maintained for not less than 0,1 s.

25.2.5 Calibration of the test circuit

The LSE 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 25.3.2, the load terminals of the LSE 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 prescribed 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 25.3.3, the additional impedance Z_1 is used, in order to obtain the required test current values.

25.2.6 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 LSE and the SCPD, if any, in the closed position;
- CO represents a closing operation of the LSE, 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.

25.3 Tests of coordination between the LSE and the SCPD

25.3.1 General

These tests are intended to verify that the LSE, 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 made under the general test conditions of 25.2:

- a test (see 25.3.2) to check that at the rated conditional short-circuit current I_{nc} the SCPD protects the LSE;
- a test (see 25.3.3) to check that, at short-circuit currents of a value corresponding to the instantaneous tripping of the SCPD, T operates and protects the LSE.

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.

25.3.2 Verification of the coordination at the rated conditional short-circuit current (I_{nc})

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the LSE and by the SCPD.

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO

25.3.3 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 LSE and by the SCPD.

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

25.3.4 Condition of the LSE during and after tests

During tests, the LSE shall not endanger the operator. In addition, emission of flames or burning particle 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.

After each of the tests, the LSE shall show no damage impairing their further use; in addition, accessible metal parts shall not be live. It is not necessary for the LSE to remain in operating condition after the tests.

The polyethylene sheet shall show no holes visible with normal or corrected vision without additional magnification.

26 Tests under abnormal conditions

26.1 General

LSEs shall not create hazard under abnormal conditions.

These tests apply to:

- LSEs classified according to 7.6.1;
- the control unit for LSE classified according to 7.6.2 or 7.6.3.

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

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

Compliance is checked by subjecting the LSE to the heating tests under fault conditions of 26.2 and 26.3.

During the tests, the temperature rises shall not exceed the values given in Table 26, column concerning Clause 26.

After the tests, specimens shall show no visual damage which may endanger the user.

Unless otherwise specified, tests are made on LSEs while they are mounted, connected and loaded as specified in Clause 15, i.e.

- the voltage is set according to Clause 15;
- shedding shall be inhibited. Shedding controls may be disabled.

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, specially prepared specimen can be necessary.

NOTE 2 Other faults can occur during the test, which are a direct consequence.

26.2 Tests under fault conditions

For these tests, load currents are adjusted according Clause 15 with tests currents as relevant.

The following fault conditions shall be simulated:

- short-circuit across creepage distances and clearances, other than those complying with the requirements in Clause 21, if they are less than the values given in Figure 10 of IEC 60065:2001;

- 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 prescribed for grade 2 in Clause 13 of IEC 60317-0-1:1997, 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 a LSE 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 Clause 27;
- short-circuit of the terminals on the load side.

If a fault condition simulated during the test influences other fault conditions, all these fault conditions are applied simultaneously.

If the temperature of the LSE 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 LSE is then switched on for a duration corresponding to the maximum fusing time of the type of fuse as specified by the relevant part of the IEC 60127 series corresponding to the current measured above. The temperature is measured 2 min after the end of the period.

26.3 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 LSEs 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 LSE. Manufacturers should specify in their instruction sheets the information of the protective device which is intended to protect the LSE.

LSEs 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 LSE.

LSEs protected by automatic protective devices (including fuses) are loaded in such a way that the current through the LSE 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.

LSEs protected by incorporated fuses complying with the relevant part of the IEC 60127 series 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 LSE has been loaded for 30 min.

LSEs protected both by enclosed fuses and by automatic protective devices are loaded either as described above with incorporated fuses or with another automatic protective device, choosing the test requiring the lower load.

LSEs protected by automatic protective devices which will short-circuit only in case of overload shall be tested both as LSEs with automatic protective devices and as LSEs without automatic protective devices.

If any of the tests specified above turn off the LSE before the temperature has been steady state, the following additional test shall be performed on a new set of specimens:

- the LSE 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 LSE is destroyed (no longer functioning properly or safety is impaired within the meaning of this document).

27 Components

These tests apply to:

- LSEs classified according to 7.6.1;
- the control unit for LSEs classified according to 7.6.2 or 7.6.3.

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

If components are marked with their operating characteristics, the conditions under which they are used in the LSE 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 IEC 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 LSE, the number of specimens being, in general, that required by the relevant standard.

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

27.1 Fuses

Fuses, if any, shall comply with the relevant part of the IEC 60127 series or other relevant IEC publications and have a rated breaking capacity of 1 500 A, unless any fault current through the fuse is limited to 35 A.

27.2 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,
- the short-circuiting of which would cause a current of 0,5 A or more through the terminals of the capacitor,
- for suppression of electromagnetic interference,

shall comply with IEC 60384-14:1993 and shall be in accordance with Table 36.

NOTE Capacitors passing the damp heat steady-state test specified in 4.12 of IEC 60384-14:1993 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 36 – Capacitors

Application of capacitor	Approved type(s) of capacitor according to IEC 60384-14:1993		
	$U_n \leq 125 \text{ V}$	$125 \text{ V} < U_n \leq 250 \text{ V}$	
		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).			

27.3 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 LSE.

These resistors shall comply with the requirements of 14.1 of IEC 60065:2001, modified with regard to the reference temperature of the resistor in the LSE (see Clause 15).

NOTE Additional requirements are under consideration for composite-type resistors.

27.4 Automatic protective devices (other than fuses)

27.4.1 General

Automatic protective devices shall be in compliance with the relevant part of the IEC 60730 series, as far as that part is applicable and with additional requirements specified in 27.4.2 for automatic protective devices which switch off the current (hereinafter called cut-outs) and in 27.4.3 for automatic protective devices which only decrease the current.

27.4.2 Cut-outs

27.4.2.1 General

Cut-outs shall have adequate making and breaking capacity.

Compliance is checked by subjecting three specimens to the tests of 27.4.2.2 or 27.4.2.3.

If the cut-out in the LSE is subjected to a reference temperature above 55 °C, according Clause 15, the specimens are tested at this reference temperature.

During the test, the other conditions shall be similar to those occurring in the LSE.

During the test, no sustained arcing shall occur.

After the test, the specimens shall show no damage impairing their further use or the safety of the LSE.

The switching frequency of the cut-out may be increased above the normal switching frequency inherent to the LSE, provided that no greater risk of failure of the cut-out is induced.

If it is not possible to test the cut-out separately, it will be necessary to submit additional specimens of the LSE in which the cut-out is used.

27.4.2.2 Non-self-resetting cut-outs

Non-self-resetting cut-outs in the load circuit of the LSE are tested at 1,1 times the rated voltage of the LSE and with loads as specified below.

The cut-outs are reset after each operation and thus caused to operate 10 times successively.

- Cut-outs in LSEs for incandescent lamps are tested in a non-inductive circuit and are loaded with 2,1 times the rated current of the protecting fuse (if this fuse is in accordance with the relevant part of the IEC 60127 series) or with the relevant conventional fusing current for other fuses.
- For cut-outs in LSEs for fluorescent lamps, tests shall be carried out in the same way as for LSEs for incandescent lamps.
- Cut-outs in LSEs for speed control circuits are subjected to two series of 10 operations.

In the first series, the cut-out under test closes a circuit through which a current of $9 I_n$ ($\cos \varphi = 0,8 \pm 0,05$) passes, this current being interrupted by means of an auxiliary switch 50 ms to 100 ms after each closure.

In the second series, the circuit through which a current of $6 I_n$ ($\cos \varphi = 0,6 \pm 0,05$) passes is closed by an auxiliary switch and opened by the cut-out under test.

NOTE 1 The values $6 I_n$ and $9 I_n$ are provisional.

NOTE 2 I_n is the rated current of the LSE. If the LSE has a rated load instead of a rated current, I_n is calculated under the assumption that $\cos \varphi$ of the load is 0,6.

27.4.2.3 Self-resetting cut-outs

Self-resetting cut-outs in the load circuit of the LSE are tested at 1,1 times the rated voltage of the LSE and with loads as specified below:

- cut-outs in LSEs for incandescent lamps are operated automatically for 200 cycles in a non-inductive circuit and are loaded with 2,1 times the rated current of the protective fuse (if this fuse is in accordance with the relevant part of the IEC 60127 series) or with the relevant conventional fusing current for other fuses.

NOTE For cut-outs in LSE for fluorescent lamps, tests are under consideration.

During the tests of 27.4.2, no sustained arcing shall occur.

After the tests of 27.4.2, the specimens shall show no damage impairing their further use or the safety of the LSE.

The cut-outs shall withstand for 1 min a test voltage between the open contacts, the voltage being:

- for cut-outs in LSEs for lighting circuits: 500 V;
- for cut-outs in LSEs for speed control circuits: 1 200 V for rated voltages up to 130 V and 2 000 V for rated voltages above 130 V.

27.4.3 Automatic protective devices

Automatic protective devices which only decrease current to the LSE are tested as follows.

The LSE is loaded for 4 h with a current as given in Clause 15. At the end of this period, the load is increased by closing an auxiliary switch which increases the load so that the prospective current through the LSE will be 2,1 times the rated current of the protective fuse (if the fuse is in accordance with the relevant part of the IEC 60127 series) or the relevant conventional tripping current for other fuses.

The auxiliary switch is closed for 30 min and then opened until the current through the LSE is stabilized to the original value, after which the auxiliary switch is closed again.

This procedure is repeated 10 times.

After this test, the device shall function correctly.

Compliance is checked by an additional test according to Clause 15.

27.5 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.

Annex A (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. 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.

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 made 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 A.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 LSE 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, which do not belong to the LSE intrinsic function.

Depending on the type of LSE under test, additional specimens may be needed.

Table A.1 – Specimen for tests

Clauses		Test sequence	Number of specimens	Number of additional specimens
6	Ratings	1	A	
7	Classification			
8	Markings			
9	Protection against electric shock		ABC	
10	Terminals for external copper conductors			5 ^a or 3 ^b
11	Constructional requirements			
12	Mechanism and operating means			
13	Resistance to ageing and humidity			
14	Insulation resistance and dielectric strength			3 ^c
15	Temperature rise			3 ^c
16	Making and breaking capacity			
17	Normal operation			
18	Mechanical strength			3 ^d
19	Resistance to heat			3 ^e
20	Screws, current-carrying parts and connections			
21	Creepage distances and clearances distances			
22	Resistance to abnormal heat and to fire	2	DEF	
23	Resistance to rusting			
24	EMC requirements	3	GHIJ ^f	
25	Coordination with short-circuiting devices	4	KLM	
26	Tests under abnormal conditions	5	NOP ^g	
27	Components ^h			
Total specimens			16	
^a Two extra set of specimens of terminals suitable for rigid and flexible conductors are required for 10.2.5, 10.2.6 and 10.2.7. ^b Five extra screwless terminals are used for the test of 10.3.11 and one extra set of specimens is used for the tests of 10.3.10 and 10.3.12. ^c For 14.4 (see Note 2) and Clause 15, 3 specimens specially prepared by the manufacturer may be used for each test, as relevant. ^d One extra set of specimens is needed for the tests of 18.3.2 and 18.3.3. ^e One extra set of specimens may be used for the tests of 19.3 and 19.4. In this case, the specimens shall be subjected first to the tests of 13.1. ^f For details, see Clause 24. ^g 3 specimens for overload tests (see 26.3). For tests according to 26.2, specially prepared additional specimen may be necessary. ^h For details, see Clause 27.				

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. Upon request of the manufacturer, AWG sizes may be used.		

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 should 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 in order that creepage distances be not 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 in 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 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 6.2 of IEC 60664-1:2007.

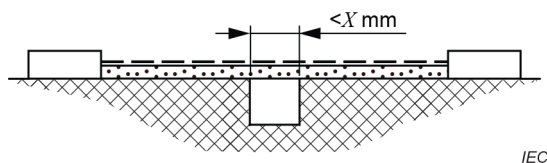
C.5 Measurement of creepage distances and clearances

In determining creepage distances according to IEC 60664-1:2007, 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:

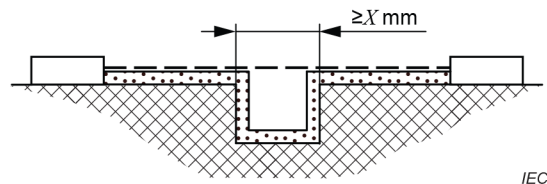
- any recess is assumed to be bridged with an insulating link having a length equal to the specified width X and being placed in the most unfavourable position (see Figure C.3);
- where the distance across a groove is equal to or larger than the specified width X , the creepage distance is measured along the contours of the groove (see Figure C.2);
- 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.

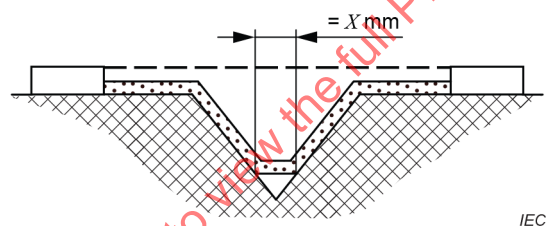
Figure C.1 – Example 1



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.

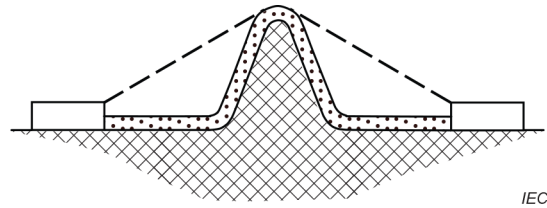
Figure C.2 – Example 2



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



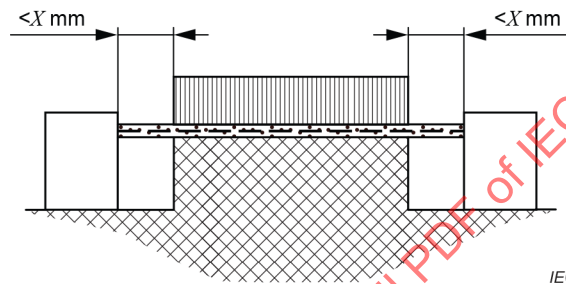
IEC

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

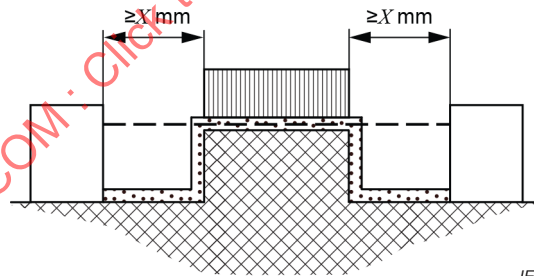


IEC

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

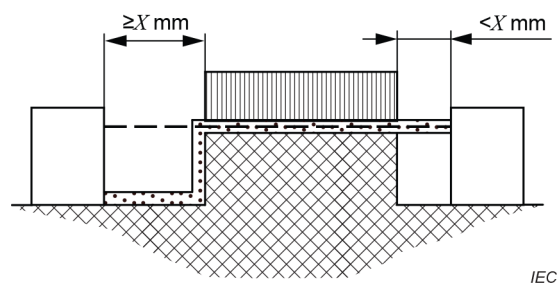


IEC

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62962:2019

Annex D

(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 D.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 D.1, between the arc vent and the polyethylene foil to prevent damage of the foil due to hot particles emitted from the arc vent.

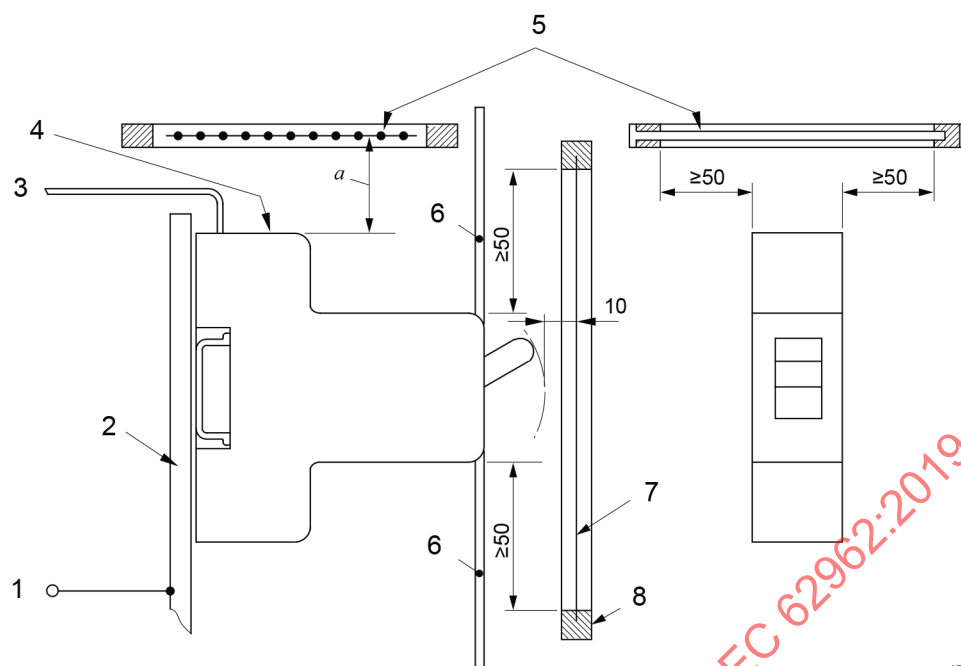
When required, a grid (or grids) according to Figure D.2, is (are) placed at a distance of "a" mm from each arc vent side of the device.

The grid circuit (see Figure D.3) shall be connected to the points B and C (see Figure 31).

The parameters for the grid circuit(s) are as follows:

Resistor R': 1,5 Ω ;

Copper wire F': length 50 mm, and diameter.

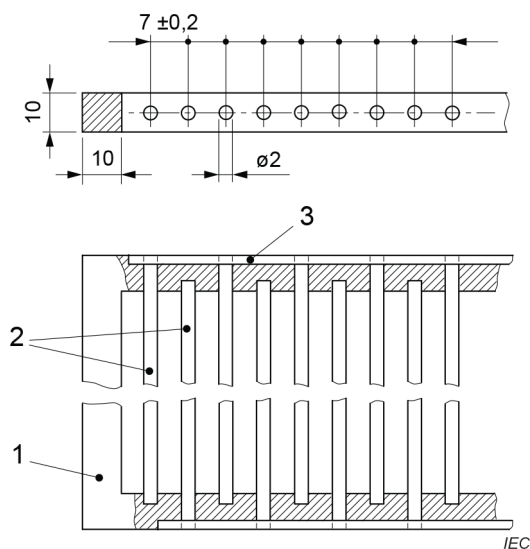


IEC

Key

- 1 to the fuse F
- 2 metal plate
- 3 cable
- 4 arc vent
- 5 grid
- 6 barrier
- 7 polyethylene sheet
- 8 frame

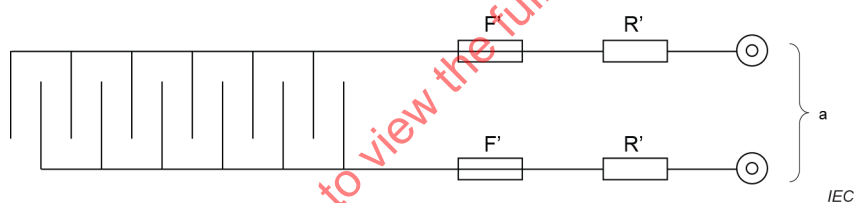
Figure D.1 – Test arrangement



Key

- 1 frame of insulating material
- 2 copper wires
- 3 metal interconnection of copper wires

Figure D.2 – Grid



^a Connected to points B and C (see Figure 31).

Figure D.3 – Grid circuit

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-195, *International electrotechnical vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-442, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 442: Electrical accessories* (available at 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 60364-5-51:2005, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*

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 60721-3-3, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weatherprotected locations*

IEC 60898-1:2015, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation*

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60998-2-2:2002, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units*

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61008-1:2010, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 1: General rules*

IEC 61008-1:2010/AMD1:2012

IEC 61008-1:2010/AMD2:2013

IEC 61009-1:2010, *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) – Part 1: General rules*

IEC 61009-1:2010/AMD1:2012

IEC 61009-1:2010/AMD2:2013

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

IEC TR 61916, *Electrical accessories – Harmonization of general rules*

IEC Guide 110:2014, *Home control systems – Guidelines relating to safety*

ISO 2039-2:1987, *Plastics – Determination of hardness – Part 2: Rockwell hardness*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62962:2019

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62962:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	142
INTRODUCTION.....	144
1 Domaine d'application	145
2 Références normatives	146
3 Termes et définitions	148
4 Exigences générales	156
4.1 Généralités	156
4.2 Architecture	156
4.3 Conditions normalisées de fonctionnement en service	157
5 Remarques générales sur les essais	158
5.1 Conditions d'environnement.....	158
5.1.1 Généralités.....	158
5.1.2 Plage de températures ambiantes en utilisation normale.....	158
5.1.3 Humidité relative.....	159
5.1.4 Altitude	159
5.2 Mode opératoire d'essai général et échantillons.....	159
6 Caractéristiques assignées.....	160
6.1 Valeurs assignées.....	160
6.1.1 Tensions d'emploi assignées	160
6.1.2 Tension d'isolement assignée	160
6.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs	161
6.1.4 Valeur maximale du courant assigné	161
6.1.5 Valeurs préférentielles du courant assigné (I_n).....	161
6.1.6 Valeur minimale du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_{RMS})	161
6.1.7 Fréquence assignée.....	161
6.1.8 Courant assigné de court-circuit conditionnel.....	161
6.1.9 Valeurs assignées préférentielles de courant (puissance) de délestage ($I_n L_S$, $P_n L_S$).....	161
6.2 Caractéristique temps-courant pour la surveillance du courant par les LSE.....	161
6.2.1 Principe de fonctionnement des LSE	161
6.2.2 Limites de courant ($I_n L_S$)	163
6.2.3 Délai de coupure minimal	163
6.2.4 Conditions de refermeture	164
6.3 Caractéristique temps-puissance	165
6.4 Séquence de délestage du LSE	165
7 Classification.....	166
7.1 Généralités	166
7.2 Selon la catégorie fonctionnelle de délestage	166
7.3 Selon les organes de commutation	167
7.4 Selon la possibilité d'ajustement du ou des courants de délestage (ou de la puissance)	167
7.5 Selon la séquence de délestage	167
7.6 Selon la conception	167
7.6.1 LSE indépendants avec détecteurs ou unités de mesure internes ou externes	167
7.6.2 LSE avec détecteur externe.....	167
7.6.3 LSE combinés (ou LSE assemblés)	167

7.7	Selon la méthode de montage.....	168
7.8	Selon le type de bornes	168
7.9	Selon l'ouverture des contacts	168
7.10	Selon la protection contre les facteurs externes	168
7.11	Selon le nombre de pôles	168
7.12	Selon le type de paramètres surveillés.....	168
8	Marquages et informations	168
8.1	Généralités	168
8.2	Essai des marquages.....	170
9	Protection contre les chocs électriques.....	170
9.1	Généralités	170
9.2	Essai de protection contre les chocs électriques	171
10	Bornes pour conducteurs externes en cuivre	174
10.1	Généralités	174
10.2	Bornes à vis pour conducteurs externes en cuivre	174
10.2.1	Généralités	174
10.2.2	Montage des conducteurs.....	179
10.2.3	Résistance mécanique des bornes	180
10.2.4	Résistance à la corrosion des bornes	180
10.2.5	Effets de serrage sur les conducteurs.....	180
10.2.6	Fiabilité du serrage des bornes.....	181
10.2.7	Longueur du serrage des bornes	182
10.2.8	Fiabilité des bornes	183
10.2.9	Desserrage accidentel des bornes de terre.....	183
10.2.10	Résistance à la corrosion des bornes de terre	183
10.2.11	Exigences supplémentaires pour la conception des bornes à trou.....	184
10.2.12	Exigences supplémentaires pour la conception des bornes pour cosses et barrettes	184
10.2.13	Exigences supplémentaires pour les bornes destinées à la connexion des conducteurs externes.....	184
10.3	Bornes sans vis pour conducteurs externes en cuivre	184
10.3.1	Généralités.....	184
10.3.2	Montages des conducteurs	185
10.3.3	Connexion des conducteurs.....	185
10.3.4	Type de matériau.....	185
10.3.5	Serrage des conducteurs	185
10.3.6	Fonctionnement des bornes.....	185
10.3.7	Bornes multiconducteurs	186
10.3.8	Introduction des conducteurs.....	186
10.3.9	Fixation des bornes	186
10.3.10	Résistance mécanique.....	186
10.3.11	Résistance aux contraintes électriques et thermiques.....	188
10.3.12	Fiabilité mécanique.....	190
11	Exigences de construction	193
11.1	Généralités	193
11.2	Exigences mécaniques pour les organes isolants.....	193
11.3	Exigences relatives à l'installation.....	193
11.4	Fixation des capots, plaques de recouvrement et organes de manœuvre	196
11.4.1	Généralités	196

11.4.2	Fixations basées sur des vis ou des rivets	197
11.4.3	Fixations qui peuvent être déposées en appliquant une force perpendiculaire aux surfaces	197
11.4.4	Fixations qui peuvent être déposées à l'aide d'un outil.....	198
11.5	Fixation des boutons	198
11.6	Organes de montage	199
11.7	Accessoires	199
12	Mécanismes et organes de manœuvre	199
12.1	Généralités	199
12.2	Indication de position	199
12.3	Position de repos	199
12.4	Fermeture et coupure.....	200
12.5	Fonctionnement du mécanisme sans capot ni plaque de recouvrement.....	200
12.6	Fixation et dépose des organes de manœuvre	200
12.7	Verrouillage	200
12.8	Indicateurs d'état	200
13	Résistance au vieillissement et à l'humidité	201
13.1	Résistance au vieillissement	201
13.2	Résistance à l'humidité	201
14	Résistance d'isolement et rigidité diélectrique	202
14.1	Généralités	202
14.2	Résistance d'isolement du circuit principal	202
14.3	Rigidité diélectrique des circuits principaux.....	203
14.4	Résistance d'isolement et rigidité diélectrique des autres circuits.....	205
14.5	Vérification des tensions de tenue aux chocs (à travers les distances d'isolement et les isollements solides)	206
14.5.1	Mode opératoire d'essai général	206
14.5.2	Vérification des distances d'isolement avec les essais de tension de tenue aux chocs	207
15	Echauffement	208
15.1	Généralités	208
15.2	Montage d'essai.....	208
15.3	Mode opératoire d'essai.....	209
16	Pouvoir de fermeture et de coupure.....	211
17	Fonctionnement normal	212
17.1	Essais fonctionnels: déconnexion et refermeture	212
17.1.1	Généralités	212
17.1.2	Essais de déconnexion	213
17.1.3	Essais de refermeture.....	214
17.1.4	Essais de séquence(s) de déstaging.....	214
17.1.5	LSE commandés à distance et LSE avec connexion à d'autres équipements externes.....	215
17.2	Essai d'endurance	215
18	Résistance mécanique.....	216
18.1	Généralités	216
18.2	Essai au mouton-pendule.....	217
18.3	Capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre – Accessibilité aux parties actives	225
18.3.1	Généralités	225

18.3.2	Vérification de la non-extraction des capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre	225
18.3.3	Vérification de l'extraction des capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre	226
18.4	Capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre – Accessibilité aux parties métalliques non reliées à la terre et séparées des parties actives	226
18.5	Capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre – Accessibilité aux parties isolantes, aux parties métalliques reliées à la terre, aux parties actives des circuits TBTS ≤ 25 V c.a. ou aux parties métalliques séparées des parties actives	226
18.6	Capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre – Application de calibres	226
18.7	Rainures, orifices et conicités inverses	229
18.8	LSE montés sur rail	230
19	Résistance à la chaleur	231
19.1	Généralités	231
19.2	Essai de chaleur de base	231
19.3	Essai à la bille sur les parties du matériau isolant nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant et des parties du circuit de mise à la terre	232
19.4	Essai à la bille sur les parties du matériau isolant non nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant et des parties du circuit de mise à la terre	232
20	Vis, courant maximal admissible et connexions	233
20.1	Généralités	233
20.2	Introduction correcte des vis	234
20.3	Pression de contact des connexions électriques	234
20.4	Vis et rivets utilisés pour les assemblages mécaniques et les connexions électriques	234
20.5	Matière des parties transportant le courant	234
20.6	Vis autotaraudeuse par déformation de matière et par enlèvement de matière	235
21	Lignes de fuite, distances d'isolement et distances à travers la matière de remplissage	235
21.1	Généralités	235
21.2	Mesures	235
21.3	Matériau isolant	236
22	Résistance du matériau isolant à la chaleur anormale et au feu	239
22.1	Généralités	239
22.2	Essai au fil incandescent	239
23	Résistance à la rouille	241
24	Exigences CEM	242
24.1	Généralités	242
24.2	Immunité	242
24.2.1	Généralités	242
24.2.2	Creux de tension et coupures brèves	243
24.2.3	Essai d'immunité aux ondes de choc 1,2/50	244
24.2.4	Essai de transitoires rapides/salves électriques	244
24.2.5	Essai de décharges électrostatiques	245
24.2.6	Essai de champ électromagnétique rayonné	246
24.2.7	Essai de tension radiofréquence	246

24.2.8	Essai de champ magnétique à la fréquence industrielle	246
24.3	Emissions	247
24.3.1	Généralités	247
24.3.2	Emissions basses fréquences	247
24.3.3	Emissions radiofréquences	247
25	Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	247
25.1	Exigences générales pour la coordination	247
25.2	Conditions d'essai	247
25.2.1	Circuit d'essai	247
25.2.2	Tolérances sur les grandeurs d'essai	251
25.2.3	Facteur de puissance du circuit d'essai	251
25.2.4	Tension de rétablissement à fréquence industrielle	252
25.2.5	Etalonnage du circuit d'essai	252
25.2.6	Séquence des manœuvres	252
25.3	Essais de coordination entre le LSE et le DPCC	252
25.3.1	Généralités	252
25.3.2	Vérification de la coordination au courant assigné de court-circuit conditionnel (I_{nc})	253
25.3.3	Vérification du déclenchement instantané du DPCC	253
25.3.4	Etat du LSE pendant et après les essais	253
26	Essais dans des conditions anormales	253
26.1	Généralités	253
26.2	Essais dans des conditions de défaut	254
26.3	Essais de surcharge	255
27	Composants	256
27.1	Fusibles	256
27.2	Condensateurs	256
27.3	Résistances	257
27.4	Dispositifs automatiques de protection (autres que les fusibles)	257
27.4.1	Généralités	257
27.4.2	Coupe-circuits	257
27.4.3	Dispositifs automatiques de protection	259
27.5	Transformateurs	259
Annexe A (normative)	Séquences d'essais et nombre de spécimens	260
Annexe B (informative)	Correspondance entre les sections ISO et les valeurs AWG des conducteurs en cuivre	262
Annexe C (normative)	Détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite	263
C.1	Généralités	263
C.2	Orientation et emplacement d'une ligne de fuite	263
C.3	Lignes de fuite lorsque plus d'un matériau est utilisé	263
C.4	Lignes de fuite coupées par une partie conductrice flottante	263
C.5	Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	263
Annexe D (normative)	Disposition pour la détection de l'émission de gaz ionisés pendant les essais de court-circuit	267
Bibliographie		270
Figure 1 –	Système de gestion de l'efficacité énergétique	144
Figure 2 –	Architecture générale d'un LES	157

Figure 3 – Caractéristique temps-courant d'un LSE de classe A	163
Figure 4 – Doigt d'épreuve articulé (calibre d'essai B conformément à l'IEC 61032:1997)	172
Figure 5 – Epingle d'essai pour vérifier la protection contre les chocs électriques	174
Figure 6 – Bornes avec étrier	175
Figure 7 – Bornes à trou	175
Figure 8 – Bornes à serrage sous tête de vis et bornes à goujon fileté	177
Figure 9 – Bornes à plaquette	178
Figure 10 – Bornes pour cosses et barrettes	179
Figure 11 – Appareillage d'essai pour la vérification de l'endommagement des conducteurs	188
Figure 12 – Informations pour l'essai de déformation	191
Figure 13 – Détermination du sens des forces à appliquer	195
Figure 14 – Sens de l'effort de traction sur le conducteur (30 N pendant 1 min)	196
Figure 15 – Appareillage pour l'essai au mouton-pendule	218
Figure 16 – Appareil pour l'essai au mouton-pendule (pièce de frappe)	219
Figure 17 – Support de montage des spécimens	220
Figure 18 – Bloc de montage pour un LSE pour pose encastree	221
Figure 19 – Exemple de support de montage pour un LSE pour pose sur panneau	222
Figure 20 – Exemple de support de montage pour un LSE fixé par l'arrière	223
Figure 21 – Calibre (épaisseur: environ 2 mm) pour la vérification des dimensions hors-tout des capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre	227
Figure 22 – Exemple d'application du calibre de la Figure 21 sur un capot fixé sans vis sur une surface de montage ou une surface d'appui	228
Figure 23 – Exemples d'application du calibre de la Figure 21	229
Figure 24 – Calibre pour la vérification des rainures, orifices et conicités inverses	230
Figure 25 – Sens d'application du calibre de la Figure 24	230
Figure 26 – Application des forces sur un LSE monté sur rail	231
Figure 27 – Appareillage pour l'essai à la bille	232
Figure 28 – Vis autotaraudeuse par enlèvement de matière	233
Figure 29 – Vis autotaraudeuse par déformation de matière	233
Figure 30 – Représentation schématique	240
Figure 31 – Schéma type pour tous les essais de coordination	249
Figure 32 – Détail des impédances Z et Z_1	249
Figure C.1 – Exemple 1	264
Figure C.2 – Exemple 2	264
Figure C.3 – Exemple 3	264
Figure C.4 – Exemple 4	265
Figure C.5 – Exemple 5	265
Figure C.6 – Exemple 6	265
Figure C.7 – Exemple 7	266
Figure D.1 – Dispositif d'essai	268
Figure D.2 – Grille	269
Figure D.3 – Circuit de grille	269

Tableau 1 – Sections (<i>S</i>) des conducteurs d'essai en cuivre et courants assignés correspondants	160
Tableau 2 – Tension assignée de tenue aux chocs en fonction de la tension nominale de l'installation.....	161
Tableau 3 – Classes de délestage	163
Tableau 4 – Délai de déconnexion	164
Tableau 5 – Classes de délestage	165
Tableau 6 – Délai de déconnexion	165
Tableau 7 – Catégories fonctionnelles de délestage	166
Tableau 8 – Marquage et position du marquage.....	169
Tableau 9 – Relation entre les courants assignés et les sections connectables des conducteurs en cuivre.....	173
Tableau 10 – Dimensions et couple de serrage des bornes à trou.....	176
Tableau 11 – Dimensions et couple de serrage pour les bornes à serrage sous tête de vis et les bornes à goujon fileté.....	178
Tableau 12 – Dimensions et couple de serrage des bornes à plaquette	179
Tableau 13 – Dimensions et couple de serrage des bornes pour cosses et barrettes	179
Tableau 14 – Couple de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis	181
Tableau 15 – Valeurs d'essai pour l'essai de traction.....	182
Tableau 16 – Relation entre les courants assignés et les sections connectables des conducteurs en cuivre pour les bornes sans vis	185
Tableau 17 – Valeurs d'essai pour la flexion et la traction pour les conducteurs en cuivre.....	187
Tableau 18 – Courant d'essai pour la vérification des contraintes électriques et thermiques dans le cadre d'une utilisation normale des bornes sans vis	189
Tableau 19 – Sections des conducteurs en cuivre à âme rigide pour l'essai de déformation des bornes sans vis.....	192
Tableau 20 – Forces d'essai de déformation	192
Tableau 21 – Forces à appliquer sur les capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre dont la fixation ne dépend pas de vis.....	198
Tableau 22 – Tension d'essai, points d'application et valeurs minimales de résistance d'isolement pour la vérification de la rigidité diélectrique.....	204
Tableau 23 – Tensions d'essai des circuits auxiliaires	206
Tableau 24 – Tension d'essai pour la vérification de la tension de tenue aux chocs	208
Tableau 25 – Courants d'essai d'échauffement et sections des conducteurs en cuivre.....	208
Tableau 26 – Valeurs d'échauffement autorisées (basé sur le Tableau 3 de l'IEC 60065:2001)	210
Tableau 27 – Nombre de manœuvres pour un essai en fonctionnement normal	216
Tableau 28 – Hauteur de chute pour l'essai de choc	224
Tableau 29 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales.....	237
Tableau 30 – Essais d'immunité (vue d'ensemble)	243
Tableau 31 – Valeurs pour l'essai de creux de tension et de coupures brèves	244
Tableau 32 – Tensions pour l'essai d'immunité aux ondes de choc	244
Tableau 33 – Valeurs de l'essai de transitoires rapides.....	245
Tableau 34 – Valeurs minimales de I^2t et I_p	250

Tableau 35 – Facteurs de puissance pour les essais de court-circuit	251
Tableau 36 – Condensateurs	257
Tableau A.1 – Spécimens pour les essais	261
Tableau B.1 – Correspondance entre les sections ISO et les valeurs AWG des conducteurs en cuivre	262

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62962:2019

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

EXIGENCES SPÉCIFIQUES POUR LES DÉLESTEURS (LSE)

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62962 a été établie par le sous-comité 23K: Produits pour l'efficacité énergétique électrique, du comité d'études 23 de l'IEC: Petit appareillage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
23K/47/FDIS	23K/48/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce document.

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

Dans le présent document, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- *énoncés de conformité: en italique.*

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 "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A 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 62962:2019

INTRODUCTION

L'optimisation de la consommation d'énergie électrique peut être facilitée par une conception appropriée et des considérations relatives à l'installation. Une installation électrique peut fournir le niveau exigé de service et de sécurité pour la plus faible consommation électrique.

Ceci est considéré par les concepteurs comme une exigence générale de leurs procédures de conception pour établir le meilleur usage de l'énergie électrique.

L'optimisation de l'utilisation d'électricité s'appuie sur la gestion de l'efficacité énergétique qui est basée sur le prix de l'électricité, la consommation électrique et l'adaptation en temps réel, comme décrit dans la Figure 1 conformément à l'IEC 60364-8-1:2019.

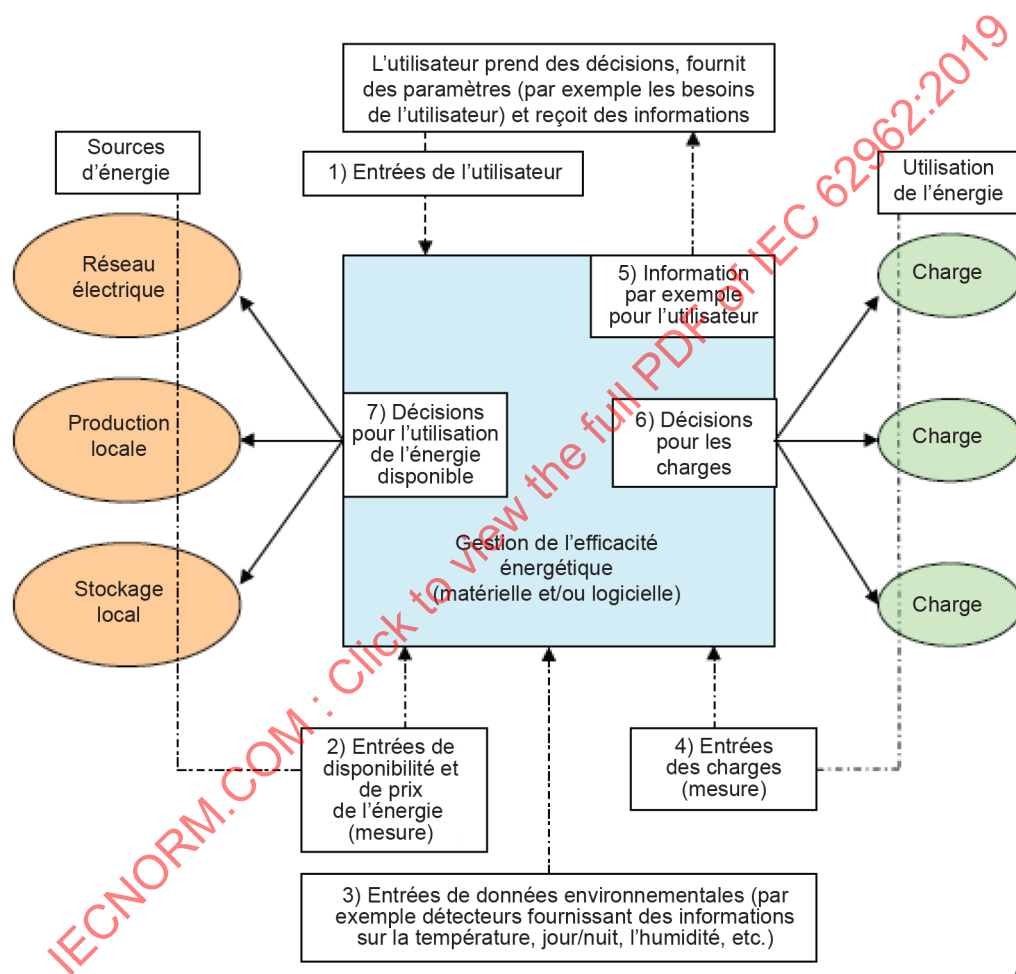


Figure 1 – Système de gestion de l'efficacité énergétique

Le présent document s'applique aux délesteurs (LSE) destinés à un usage domestique et à des usages similaires.

Le LSE est un équipement en mesure de répondre au courant ou à la puissance surveillé, ou à des paramètres surveillés en variante pour établir et couper des charges sélectionnées lorsque certaines conditions sont remplies.

La fonction de délestage est utilisée dans les systèmes de gestion d'énergie pour optimiser l'usage global de l'énergie électrique, comprenant les applications de production et de stockage, et peut être utilisé par exemple pour les besoins de l'efficacité énergétique conformément à l'IEC 60364-8-1:2019.

EXIGENCES SPÉCIFIQUES POUR LES DÉLESTEURS (LSE)

1 Domaine d'application

L'objet du présent document est de fournir les exigences pour les équipements à utiliser dans les systèmes d'efficacité énergétique. Le présent document couvre les délesteurs (LSE).

Les lignes directrices concernant la sécurité des LSE, telles qu'elles sont énoncées dans le Guide IEC 110, ont été respectées.

Le présent document s'applique aux délesteurs destinés à un usage domestique et à des usages similaires. La fonction de délestage est utilisée dans les systèmes de gestion d'énergie pour optimiser l'usage global de l'énergie électrique, comprenant les applications de production et de stockage. Le délestage peut par exemple être utilisé à des fins d'efficacité énergétique, conformément à l'IEC 60364-8-1:2019.

Le présent document s'applique aux LSE destinés à fonctionner dans des conditions normales:

- dans des circuits CA d'une fréquence assignée de 50 Hz, 60 Hz ou les deux, avec une tension assignée ne dépassant pas 440 V (entre phases), un courant assigné ne dépassant pas 125 A et une capacité assignée de court-circuit ne dépassant pas 25 000 A;
- dans des circuits CC¹.

Les LSE sont destinés à contrôler l'énergie fournie à un ou plusieurs circuits, charges ou mailles lorsque:

- des conditions définies de temps et de courant sont atteintes;
- une commande ou des informations provenant d'un système externe sont reçues.

Un LSE est destiné à servir:

- d'équipement unique disposant de tous les moyens nécessaires pour contrôler les charges (par exemple la fonction de gestion d'énergie électrique est intégrée à un tel équipement);
- d'unité intégrée à un équipement complexe ou d'équipement indépendant rattaché à un système de gestion d'énergie électrique (EEMS);
- d'ensemble d'équipements indépendants constituant un LSE (par exemple un LSE doté de détecteurs de courant externes);
- d'une combinaison des points ci-dessus.

Un LSE peut disposer d'une interface sans fil.

Un LSE fait partie de l'installation fixe.

NOTE 1 Le présent document couvre les délesteurs dans les installations fixes, comprenant les appareils portatifs qui y sont connectés.

Les LSE sont destinés à être utilisés dans les circuits intégrant une protection contre les chocs électriques et les surintensités, conformément à la série IEC 60364 (toutes les parties).

¹ L'usage des LSE dans des circuits CC est à l'étude.

NOTE 2 Par exemple, la protection contre les courants de défaut (protection contre les contacts indirects) peut être assurée comme suit:

- dans les systèmes à régime de neutre TT, par des disjoncteurs différentiels (DD) ou des interrupteurs différentiels (ID) montés en amont, conformément à l'IEC 61008-1 et l'IEC 61009-1;
- dans les systèmes à régime de neutre TN, par un dispositif de protection contre les surintensités monté en amont.

Les LSE, de par leur nature, n'assurent pas de fonction de sectionnement ni de protection contre les surintensités.

Les LSE sont normalement installés par des personnes averties (IEC 60050-195:1998, 195-04-02) ou des personnes qualifiées (IEC 60050-195:1998, 195-04-01), et sont normalement utilisés par des personnes ordinaires (IEC 60050-195:1998, 195-04-03).

Le présent document contient toutes les exigences nécessaires pour garantir la conformité aux caractéristiques de fonctionnement exigées par les essais de type pour les LSE basés sur un équipement unique, ou bien sur un ensemble d'équipements indépendants.

Ces exigences s'appliquent aux conditions normalisées de température et d'environnement, telles qu'elles sont énoncées en 5.1. Elles s'appliquent aux LSE présentant un indice de protection IP 20, destinés à être utilisés dans un environnement présentant un degré de pollution 2. Pour les LSE présentant un indice de protection supérieur à IP 20, conformément à l'IEC 60529, et destinés à être utilisés dans des sites où prévalent des conditions environnementales difficiles (par exemple humidité, chaleur ou froid excessif, ou dépôt de poussières) et dans des sites dangereux (par exemple où des explosions sont susceptibles de se produire), une construction spéciale peut être exigée.

Si le LSE inclut d'autres fonctions, celles-ci sont couvertes par les normes pertinentes.

Le présent document ne couvre pas les aspects liés à la communication, tels que les protocoles, l'interopérabilité, la sécurité des données et les quelconques autres aspects connexes.

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 60065:2001, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*²

IEC 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

IEC 60127 (toutes les parties), *Coupe-circuits miniatures*

IEC 60212, *Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides*

IEC 60317-0-1:1997, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 0: Prescriptions générales – Section 1: Fil de section circulaire en cuivre émaillé*²

² Il existe une édition plus récente de cette norme.

IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

IEC 60384-14:1993, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation*²

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible sous <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60695-2-10:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*²

IEC 60695-2-11:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*²

IEC 60730 (toutes les parties), *Dispositifs de commande électrique automatiques*

IEC 61000-2-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-2: Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension*

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 – Essai 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*

IEC 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

IEC 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité*

CISPR 15, *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électriques d'éclairage et les appareils analogues*

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:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/obp>

3.1

efficacité énergétique électrique

approche système pour optimiser l'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique

3.2

système de gestion de l'énergie électrique

EEMS

système exploitant et contrôlant 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*".

3.3

charge

tout équipement connecté à la sortie du LSE

Note 1 à l'article: Une charge peut inclure des combinaisons d'équipements, mailles ou circuits.

3.4

valeur assignée de courant de délestage

I_{nL_s}

valeur nominale du courant de délestage affecté au LSE

Note 1 à l'article: La fonction de délestage présente une caractéristique temps-courant (puissance) spécifique, comme indiqué en 6.2 et 6.3.

Note 2 à l'article: La valeur correspondante assignée au LES pour la puissance de délestage est représentée par P_{nL_s} .

3.5

cycle de manœuvre

période minimale autorisée entre deux manœuvres de coupure autorisées

3.6

séquence de délestage

nombre de cycles de manœuvre déclaré par le fabricant, pouvant être facultativement étendu à un nombre de périodes de verrouillage, pouvant ou pouvant ne pas se terminer par un verrouillage permanent

Note 1 à l'article: Une séquence se définit par exemple en nombre de manœuvres, en durée de verrouillage, etc.

3.7

période de verrouillage

durée minimale pendant laquelle le LSE ne doit pas refermer les charges à la suite d'une tentative

3.8

délesteur

LSE

équipement en mesure de répondre au courant ou à la puissance surveillé, ou à des paramètres surveillés en variante, afin d'établir et de couper des charges sélectionnées lorsque certaines conditions sont remplies

Note 1 à l'article: Un LSE peut être défini avec des valeurs assignées différentes pour $I_n L_s (P_n L_s)$.

Note 2 à l'article: Un LSE peut être un équipement unique ou bien une combinaison de plusieurs unités.

Note 3 à l'article: Les LSE en mesure de surveiller des paramètres en variante sont à l'étude.

Note 4 à l'article: Ces conditions peuvent inclure, entre autres:

- le courant de charge (puissance) total dépassant une valeur spécifique;
- la tarification et/ou la disponibilité de l'énergie;
- les priorités de l'utilisateur;
- les conditions climatiques.

Note 5 à l'article: L'abréviation "LSE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Load-Shedding Equipment"

3.9

maille

groupe d'équipements électriques alimentés par un ou plusieurs circuits de l'installation électrique, pour une ou plusieurs zones comprenant un ou plusieurs services relatifs à l'efficacité énergétique électrique

EXEMPLE

- un ou plusieurs circuits pour un service ciblant une ou plusieurs zones, par exemple des circuits dédiés à l'éclairage des cuisines, de la réception ou du hall d'un hôtel, de la piscine, etc.;
- un ou plusieurs circuits pour un ou plusieurs services ciblant une seule zone, par exemple des circuits pour le chauffage et l'éclairage de la réception d'un hôtel;
- un ou plusieurs circuits dédiés à un service ciblant une seule zone, par exemple des circuits pour des pompes dédiées au quartier nord d'un système d'épuration d'eau.

3.10

courant assigné de court-circuit conditionnel

I_{nc}

courant présumé qu'un LSE, protégé par un dispositif spécifié de protection contre les courts-circuits (DPCC), peut supporter de façon satisfaisante pendant la durée totale de fonctionnement de ce dispositif dans des conditions spécifiées d'emploi et de comportement

Note 1 à l'article: Le texte fait référence aux LSE en prenant pour hypothèse que la définition I_{nc} faisant référence au dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC) en amont est conforme au paragraphe 3.5.14.9 de l'IEC 60898-1:2015.

Note 2 à l'article: Voir également l'IEC 60898-1.

3.11

courant assigné

I_n

valeur du courant, attribué par le fabricant au LSE, que celui-ci peut supporter en service ininterrompu

3.12 courant mesuré

I_m
courant mesuré par le délesteur à un instant quelconque

Note 1 à l'article: Un équipement présentant plusieurs courants assignés de délestage (puissance) peut mesurer plusieurs valeurs de courant (puissance) en même temps.

Note 2 à l'article: La puissance mesurée est représentée par P_m .

3.13 fréquence assignée

<d'un LSE> valeur de la fréquence industrielle affectée par le fabricant pour lequel le LSE est conçu

Note 1 à l'article: Plusieurs fréquences assignées peuvent être attribuées à un même dispositif.

3.14 pouvoir de fermeture et de coupure assigné

I_{RMS}
valeur efficace de la composante alternative du courant présumé, attribuée par le fabricant, qu'un LSE peut établir, supporter et couper dans des conditions spécifiées

3.15 tension assignée de tenue aux chocs

U_{imp}
valeur de tension 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 isolement contre des surtensions transitoires

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.9.2, modifié – Le symbole U_{imp} a été ajouté.]

3.16 tension d'isolement assignée

U_i
tension attribuée par le fabricant à laquelle se rapportent les tensions d'essai diélectrique et les lignes de fuite

3.17 tension assignée

tension attribuée par le fabricant à laquelle se rapportent les performances

Note 1 à l'article: Un même LSE peut avoir différentes tensions assignées.

3.18 tension d'emploi assignée

U_e
valeur de la tension attribuée par le fabricant, à laquelle se rapportent ses performances (notamment celles en court-circuit)

3.19 borne

partie conductrice d'un appareil prévue pour la connexion et la déconnexion aux circuits extérieurs

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

3.20

borne à vis

borne permettant 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]

3.21

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]

3.22

borne à vis

borne destinée au raccordement, par serrage seulement, d'âmes d'un ou de plusieurs conducteurs extérieurs souples ou rigides

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.5]

3.23

borne à trou

borne de type à vis dans laquelle le conducteur est introduit dans un trou ou une cavité et y est serré par le bout de la vis

Note 1 à l'article: La pression de serrage peut être appliquée directement par le bout de la vis ou par l'intermédiaire d'une pièce de serrage sur laquelle s'exerce la pression du bout de la vis.

Note 2 à l'article: Des exemples de bornes à trou sont représentés dans la Figure 7.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-22, modifié – La Note 2 à l'article a été ajoutée.]

3.24

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

Note 1 à l'article: Des exemples de bornes à serrage sous tête de vis sont représentés dans la Figure 8.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-08, modifié – La Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.25

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.

Note 2 à l'article: Des exemples de bornes à goujon fileté sont représentés dans la Figure 8.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-23, modifié – La Note 2 à l'article ajoutée.]

3.26

borne à plaquette

borne à vis dans laquelle l'âme d'un conducteur est serrée sous une plaquette au moyen de plusieurs vis ou écrous

Note 1 à l'article: Des exemples de bornes à plaquette sont représentés dans la Figure 9.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-09, modifié – Les mots "à vis" ont été ajoutés à la définition, et la Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.27

borne pour cosses et barrettes

borne à vis ou à goujon fileté prévue pour serrer une cosse ou une barrette directement ou indirectement au moyen d'une vis ou d'un écrou

Note 1 à l'article: Des exemples de bornes pour cosses et barrettes sont représentés dans la Figure 10.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-06-16, modifiée – Les mots "ou à goujon fileté" ont été ajoutés à la définition, et la Note 2 à l'article a été ajoutée.]

3.28

borne sans vis

dispositif de connexion pour la connexion et la déconnexion d'un conducteur à âme 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 forme 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 – Le terme "borne" a été remplacé par "dispositif de connexion" dans la définition.]

3.29

borne 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 – La note 1 à l'article a été supprimée.]

3.30

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]

3.31

vis autotaraudeuse par déformation de matière

vis ayant un filet ininterrompu qui, par vissage, forme le filetage par déformation du matériau de la cavité

Note 1 à l'article: Ce filetage n'a pas pour fonction l'extraction du matériau par le trou.

Note 2 à l'article: Un exemple de vis autotaraudeuse par déformation de matière est représenté à la Figure 29.

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.7, modifié – Les mots "de la cavité" ont été supprimés de la définition, et la Note 1 à l'article a été remplacée par deux nouvelles notes.]

3.32

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

Note 1 à l'article: Un exemple de vis autotaraudeuse à découpe de matière est représenté à la Figure 28.

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.8, modifié – Les mots "de la cavité" ont été supprimés de la définition, et la Note 1 à l'article a été remplacée par deux nouvelles notes.]

3.33

circuit principal

<d'un LSE> ensemble des parties conductrices d'un LSE insérées dans le circuit qu'il a pour fonction de fermer ou d'ouvrir

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.4, modifié – Le mot "disjoncteur" a été remplacé par "LSE" dans l'entrée.]

3.34

circuit de commande

<d'un LSE> circuit (autre qu'une voie du circuit principal) destiné à provoquer la manœuvre de fermeture ou la manœuvre d'ouverture, ou les deux, du LSE

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.5, modifié – Le mot "disjoncteur" a été remplacé par "LSE" dans l'entrée, et la définition a été reformulée en français.]

3.35

circuit auxiliaire

<d'un LSE> ensemble des parties conductrices d'un LSE destinées à être insérées dans un circuit autre que le circuit principal et le circuit de commande du LSE

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.6, modifié – Le mot "disjoncteur" a été remplacé par "LSE" dans l'entrée.]

3.36

entrée du LSE

côté alimentation d'un circuit LSE

3.37

sortie du LSE

circuits de charge pouvant être coupés ou établis afin d'optimiser la consommation énergétique dans des conditions définies de temps et de courant (puissance), ou dans d'autres conditions prédéfinies, ou en se basant sur des informations reçues de systèmes externes ou du fournisseur d'énergie électrique

Note 1 à l'article: Un LSE peut être équipé de plusieurs sorties et peut avoir des sorties auxquelles différentes priorités sont associées.

3.38

sortie prioritaire

sortie qui n'est pas coupée ou établie par le LSE pour les besoins du délestage

3.39**sortie non prioritaire**

sortie qui est coupée ou établie par le LSE pour les besoins du délestage selon les conditions de temps et les niveaux de courant (puissance), ou sur la base d'informations ou de commandes reçues d'autres systèmes en interaction avec le LSE

3.40**pollution**

apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux (gaz ionisés), qui peut entraîner une réduction de la rigidité diélectrique ou de la résistivité de la surface de l'isolement

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.11]

3.41**degré de pollution**

nombre caractérisant la pollution prévue du microenvironnement

Note 1 à l'article: Le degré de pollution auquel l'équipement est exposé peut être différent de celui du macroenvironnement dans lequel l'équipement est situé, en raison de la protection assurée par des moyens tels qu'une enveloppe ou un chauffage interne empêchant l'absorption ou la condensation d'humidité.

[SOURCE: IEC 60664-1:2007, 3.13, modifié – La note a été remplacée.]

3.42**valeurs de courant minimale et maximale pour le délestage**

$I_n L_{smin}$ et $I_n L_{smax}$

valeurs de courant entre lesquelles un LSE coupe une (ou plusieurs) sortie(s)

Note 1 à l'article: Conformément au présent document, la valeur de courant (puissance) minimale pour le délestage est définie comme étant égale au courant (puissance) de non-délestage.

Note 2 à l'article: La fonction de délestage présente une caractéristique temps-courant (ou temps-puissance) spécifique, comme indiqué en 6.2 et 6.3.

Note 3 à l'article: Les valeurs de puissance minimale et maximale pour le délestage sont représentées par $P_n L_{smin}$ et $P_n L_{smax}$.

3.43**courant de refermeture de charge**

$I_n L_r$

valeur de courant en dessous de laquelle un LSE peut refermer (selon des conditions prédéfinies) une quelconque sortie se trouvant à l'état ouvert

Note 1 à l'article: La puissance de refermeture de charge est représentée par $P_n L_r$.

3.44**délai de délestage maximal**

T_{smax}

durée maximale autorisée pour qu'un LSE:

- réduise le courant (puissance) mesuré à une valeur inférieure à son courant de non-délestage ($I_n L_{smin}$) ou à sa puissance de délestage à vide ($P_n L_{smin}$), dès lors que des conditions prédéfinies de surcharge de courant (ou de puissance) sont atteintes; ou
- réagisse dès lors qu'un délestage est présumé se produire, selon les informations reçues d'un équipement externe, par exemple l'EEMS, ou du fournisseur d'énergie électrique

3.45**délai de délestage minimal**

T_{smin}

durée minimale pendant laquelle un LSE ne va réagir à aucune surcharge de courant ou de puissance (coupure non autorisée)

3.46**délai de déconnexion minimal** T_{dmin}

durée minimale pendant laquelle un LSE n'est pas autorisé à refermer l'une quelconque de sa ou de ses sorties

3.47**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]

3.48**position de fermeture**

position dans laquelle la continuité prédéterminée du circuit principal du LSE est assurée

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.8, modifié – Le mot "disjoncteur" a été remplacé par "LSE" dans la définition.]

3.49**position d'ouverture**

position dans laquelle la distance prédéterminée d'isolement entre contacts ouverts dans le circuit principal du LSE est assurée

[SOURCE: IEC 60898-1:2015, 3.2.9, modifié – Le mot "disjoncteur" a été remplacé par "LSE" dans la définition.]

3.50**sectionnement****fonction de sectionnement**

fonction destinée à assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation en séparant l'installation de toute source d'énergie électrique, pour des raisons de sécurité

[SOURCE: IEC 60947-1:2007, 2.1.19, modifié – Les mots "ou une partie de l'installation" ont été supprimés de l'expression "séparant l'installation ou une partie de l'installation".]

3.51**organe de manœuvre**

partie qui est tirée, poussée, tournée ou manipulée de toute autre façon pour provoquer le fonctionnement du LSE

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-04-14, modifié – Les mots "de l'interrupteur" ont été remplacés par "du LSE".]

3.52**LSE à distance normale d'ouverture des contacts**

LSE ayant une distance d'isolement dans l'air entre les contacts ouverts au moins égale à 3 mm

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.1.5, modifié – Le mot "interrupteur" a été remplacé par "LSE" dans l'entrée.]

3.53**LSE à faible distance d'ouverture des contacts**

LSE ayant une distance d'isolement dans l'air entre les contacts inférieure à 3 mm mais au moins égale à 1,2 mm

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.1.6, modifié – Le mot "interrupteur" a été remplacé par "LSE" dans l'entrée.]

3.54

LSE à microdistance d'ouverture des contacts

LSE ayant une distance d'isolement dans l'air entre les contacts ouverts inférieure à 1,2 mm

[SOURCE: IEC 60669-1:2017, 3.1.7, modifié – Le mot "interrupteur" a été remplacé par "LSE" dans l'entrée.]

4 Exigences générales

4.1 Généralités

Un délesteur (les) doit être en mesure de prendre en compte:

- la mesure du courant ou de la puissance au sein d'un ou de plusieurs circuits ou mailles;
- une ou plusieurs entrées (par exemple mesure de courant de charge/de puissance, de tarif énergétique, d'entrées utilisateur, etc.);

ceci pour conserver le courant ou la puissance au sein de cette ou ces mailles à des valeurs inférieures à des valeurs prédéterminées, en connectant/déconnectant des charges non prioritaires.

Le LSE doit commuter les charges en aval selon les critères temps-courant (puissance) définis, tels qu'ils sont définis à l'Article 6.

La conformité s'effectue en vérifiant qu'il satisfait à toutes les exigences du présent document et qu'il passe avec succès tous les essais du présent document.

4.2 Architecture

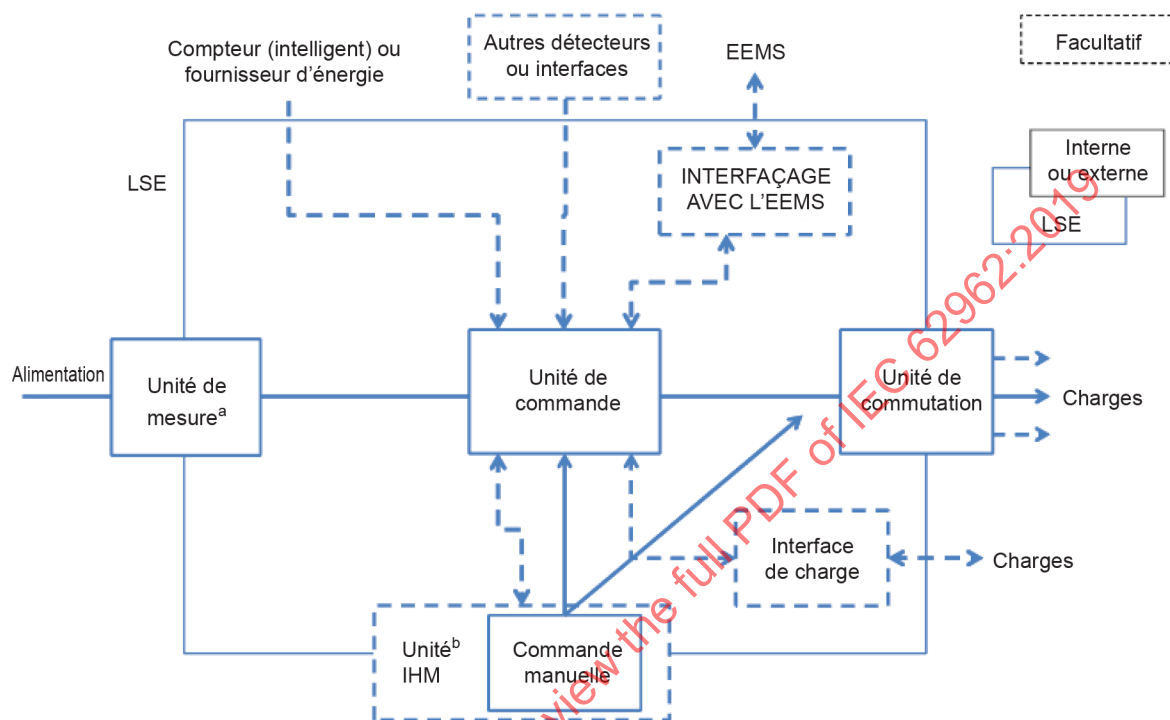
L'architecture générale d'un LSE est représentée à la Figure 2.

Les unités incluses dans un LSE sont:

- un ou des détecteurs de courant (tension) ou unités de mesure de courant;
- une commande, qui gère les charges en fonction des conditions suivantes:
 - valeurs de courant (puissance): comparaison entre les courants (puissances) mesurés et les valeurs seuils prédéfinies par l'utilisateur ou prédéterminées dans le LSE ou par ses interfaces (par exemple avec un EEMS);
 - conditions spéciales imposées par le fournisseur d'énergie électrique (par exemple compteur intelligent) ou par l'EEMS (facultatif);
 - échange d'informations avec les charges, production locale et/ou unités de stockage (facultatif);
 - paramètres de l'utilisateur;
 - le contrôle de l'unité de commutation peut être effectué intégralement par le LSE à proprement parler, ou bien il peut être partagé entre le LSE et l'EEMS, lorsque celui-ci est disponible dans l'installation fixe;
- commutation (des sorties non prioritaires): elle peut être partagée entre le LSE et la ou les unités de commutation externes;
- interface homme-machine (IHM): elle peut être partagée entre le LSE et l'EEMS;
- interface(s) de l'EEMS, facultatives;

- interface(s) de charge (facultatives): elles permettent l'échange d'informations avec les charges (par exemple une machine à laver peut ne pas pouvoir être coupée si elle se trouve dans une phase spécifique de son cycle);
- interfaces supplémentaires (facultatives), par exemple pour les détecteurs externes, les horloges externes, les équipements de mesure (intelligents).

La mesure du courant (tension ou puissance) peut être assurée par d'autres unités externes.



IEC

--- facultatif

^a détecteurs, compteur, etc.

b interface homme-machine

• **Figure 2 – Architecture générale d'un LES**

4.3 Conditions normalisées de fonctionnement en service

La mise en œuvre minimale d'un LSE contient l'unité de détection ou de mesure de courant (tension ou puissance), l'unité de commande et l'unité de commutation, toutes intégrées dans un équipement unique ou bien réparties dans des unités séparées (les autres unités étant facultatives) dans le cadre d'un système de gestion de l'énergie électrique (EEMS) (voir Figure 2).

La conformité au présent document est couverte par les essais de type, effectués comme suit.

- a) Pour un LSE indépendant, conformément à 7.6.1, tous les essais du présent document s'appliquent.
- b) Pour un LSE conformément à 7.6.2, le LSE doit être soumis à essai avec le ou les détecteurs et/ou les unités de mesure recommandées par le fabricant, et la classe du LSE est définie conformément à ces détecteurs ou unités de mesure spécifiés. Dans le cas de configurations multiples, la configuration la plus onéreuse doit être soumise à essai.
- c) Pour un LSE combiné, conformément à 7.6.3, la conformité au présent document est obtenue comme suit:

- *tous les essais du présent document s'appliquent à l'unité de commande, si cela est pertinent;*
- *chaque unité externe doit satisfaire à:*
 - *sa norme de produit pertinente (le cas échéant), et satisfaire au(x) essai(s) pertinent(s) du présent document s'ils sont plus rigoureux;*
 - *ce présent document, si cela est pertinent et que les points traités ne sont pas couverts par une autre norme;*
- *le système complet doit être soumis à essai conformément à 12.8 et à l'Article 17, avec toutes les unités externes et, le cas échéant, avec les détecteurs de courant externes et/ou l'unité ou les unités de mesure externes déclarés, suivant le cas.*

Sauf spécification contraire:

- toute configuration d'un LSE combiné définie par le fabricant, par exemple des unités de commutation différentes, doit satisfaire aux exigences ci-dessus; cependant, seules la ou les configurations les plus onéreuses doivent être soumises à essai;
- les LSE présentant des caractéristiques assignées différentes, par exemple un courant assigné et des tensions assignées différents, doivent également être soumis à essai pour chaque caractéristique assignée, si cela est pertinent (voir Article 17).

Pour les LSE commandés à distance, par exemple les LSE connectés à l'EEMS, une commande manuelle est exigée dans le cadre de l'unité IHM, afin de pouvoir désactiver un quelconque mode LSE automatique, pour être en mesure de définir et de modifier des paramètres dès lors que cela est nécessaire.

Pour un LSE automatique et un LSE commandé à distance sans commande manuelle intégrée dans l'unité de commande en local (par exemple IHM commandée à distance via l'EEMS), le LSE doit assurer un mode de fonctionnement de base dans le cas d'une éventuelle perte de communication entre l'unité de commande du LSE et l'IHM distante.

Un LSE doté de fonctions supplémentaires autres que celles définies en 4.2 et qui ne sont pas couvertes par le présent document (par exemple fonction de sectionnement ou de protection contre les surintensités) doit satisfaire aux normes pertinentes s'y rapportant.

Dans le cas d'un LSE doté d'une interface sans fil, les normes pertinentes doivent s'appliquer.

5 Remarques générales sur les essais

5.1 Conditions d'environnement

5.1.1 Généralités

Les LSE satisfaisant aux exigences du présent document doivent être en mesure de fonctionner dans les conditions normalisées suivantes.

5.1.2 Plage de températures ambiantes en utilisation normale

Les LSE sont appropriés pour une utilisation normale à des températures ambiantes ne dépassant pas normalement 40 °C, avec une valeur moyenne sur une période de 24 h ne dépassant pas 35 °C, et une limite inférieure pour la température de l'air ambiant à -5 °C.

NOTE 1 Cette plage de températures correspond à la plage "AA4" du Tableau 51A de l'IEC 60364-5-51:2005, qui fait partie de la classe 3K5 de la plage de températures de l'IEC 60721-3-3, avec la limite supérieure de température de l'air plafonnée à 40 °C.

NOTE 2 Des précautions spéciales peuvent être nécessaires dans certains cas. Les équipements destinés à être utilisés dans des températures d'air ambiant supérieures à +40 °C (notamment dans les pays tropicaux) ou inférieures à -5 °C peuvent soit faire l'objet d'une conception spéciale, soit être utilisés conformément aux informations données par les fabricants dans leur documentation technique.

5.1.3 Humidité relative

Sauf spécification contraire, l'humidité relative maximale de l'air ne dépasse pas 50 % à la température de 40 °C.

Des valeurs plus élevées d'humidité relative sont admises à des températures plus basses (par exemple 90 % à 20 °C).

Il convient de prendre les mesures de précaution appropriées (par exemple orifices de vidange) pour remédier au phénomène modéré de condensation qui peut occasionnellement se former en raison des variations de température.

5.1.4 Altitude

Sauf spécification contraire, les LSE sont destinés à être installés à une altitude ne dépassant pas 2 000 m.

Pour des installations à des altitudes plus élevées, il est nécessaire de prendre en compte la réduction de la rigidité diélectrique et l'effet de refroidissement de l'air. Les équipements destinés à être utilisés en pareilles conditions doivent faire l'objet d'une conception spéciale, ou être utilisés conformément à un accord passé entre le fabricant et l'utilisateur. Les informations fournies par les fabricants dans leur documentation technique peuvent se substituer à un pareil accord.

5.2 Mode opératoire d'essai général et échantillons

Les essais doivent être réalisés par séquences d'essais et sur des spécimens tels que définis dans le Tableau A.1.

Sauf spécification contraire:

- les spécimens sont soumis à essai tels qu'ils sont fournis, et dans des conditions normales d'utilisation;
- les essais (ou séquences d'essais) sont réalisés sur des spécimens présentant un état propre et neuf;
- 3 spécimens sont soumis à essai lors de chaque séquence d'essais.

Au cours des essais, il n'est autorisé aucune opération d'entretien ou de démontage des échantillons et les spécimens ne doivent pas être lubrifiés;

- les essais sont réalisés à l'air libre et à une température ambiante de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- les essais sont réalisés à la fréquence assignée ± 5 Hz et à une quelconque tension appropriée;
- les tolérances sont définies à $^{+5}_0$ % pour les intensités, ± 5 % pour les tensions (comprenant la tension de rétablissement), à $^{0}_{-0,05}$ pour les facteurs de puissance et à ± 5 % pour les durées.

En l'absence de spécification sur une tolérance, les essais de type sont réalisés à des valeurs au moins aussi sévères que celles spécifiées dans le présent document.

Sauf spécification contraire:

- les spécimens sont câblés à l'aide de câbles appropriés, tels que spécifiés dans le Tableau 1;
- les couples de serrage qui doivent être appliqués aux vis des bornes sont égaux aux deux tiers de ceux qui sont spécifiés dans le Tableau 14, et les vis et écrous ne doivent pas être serrés par à-coups;

- les spécimens sont fixés sur une planche de contreplaqué peinte en noir, de finition matte et d'environ 20 mm d'épaisseur, la méthode de fixation devant satisfaire à une quelconque exigence relative aux moyens de montage recommandés par le fabricant.

Tableau 1 – Sections (S) des conducteurs d'essai en cuivre et courants assignés correspondants

Sections S mm ²	Valeur 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 Voir l'Annexe B pour connaître la correspondance entre les sections ISO en mm² et les valeurs AWG des conducteurs en cuivre.

Des spécimens ayant fait l'objet d'une préparation spéciale peuvent être nécessaires pour certains essais, par exemple pour les Articles 15, 16, 17 et 26, pour lesquels le fabricant peut fournir des spécimens dotés d'un circuit spécial, qui simule les manœuvres automatiques.

6 Caractéristiques assignées

6.1 Valeurs assignées

6.1.1 Tensions d'emploi assignées

Les valeurs des tensions assignées sont les suivantes:

- courant alternatif monophasé: 120 V, 230 V entre phase et neutre,
- courant alternatif triphasé: 120/208 V, 230/400 V (entre phase et neutre/entre phases),
- courant continu: à l'étude.

NOTE 1 Partout où il est fait référence à 230 V ou 400 V dans le présent document, il peut également être compris respectivement 220 V ou 240 V 380 V ou 415 V.

NOTE 2 Partout où il est fait référence à 120 V, 240 V ou 120/240 V dans le présent document, il peut également être compris respectivement 100 V ou 110 V, 200 V ou 100/200 V.

NOTE 3 La valeur de la tension de réseau 230/400 V a été normalisée dans l'IEC 60038. Cette valeur remplacera progressivement les valeurs 220/380 V et 240/415 V.

6.1.2 Tension d'isolement assignée

Sauf indication contraire, la tension d'isolement assignée est la valeur de la tension assignée maximale du LSE. La tension assignée maximale ne doit en aucun cas dépasser la tension d'isolement assignée.

6.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs

La tension assignée de tenue aux chocs d'un LSE doit être supérieure ou égale aux valeurs normalisées de tensions assignées de tenue aux chocs données dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Tension assignée de tenue aux chocs en fonction de la tension nominale de l'installation

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp}	Tension nominale de l'installation		
	Systèmes monophasés	Systèmes monophasés avec point milieu à la terre	Systèmes triphasés
kV	V	V	V
2,5	120	120/240	120/208
4	230	120/240, 240	230/400, 400

6.1.4 Valeur maximale du courant assigné

- Courant alternatif: monophasé/triphasé: 125 A;
- Courant continu: à l'étude.

6.1.5 Valeurs préférentielles du courant assigné (I_n)

- Courant alternatif: monophasé/triphasé: 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;
- Courant continu: à l'étude.

6.1.6 Valeur minimale du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_{RMS})

$1,25 I_n$.

6.1.7 Fréquence assignée

50 Hz et 60 Hz.

6.1.8 Courant assigné de court-circuit conditionnel

- Valeurs normalisées jusqu'à 10 000 A inclus: 1 500 A, 3 000 A, 4 500 A, 6 000 A, 10 000 A.

NOTE Dans certains pays, les valeurs 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.

- Valeurs comprises entre 10 000 A et 25 000 A inclus: la valeur préférentielle est 20 000 A.

6.1.9 Valeurs assignées préférentielles de courant (puissance) de délestage ($I_n L_s$, $P_n L_s$)

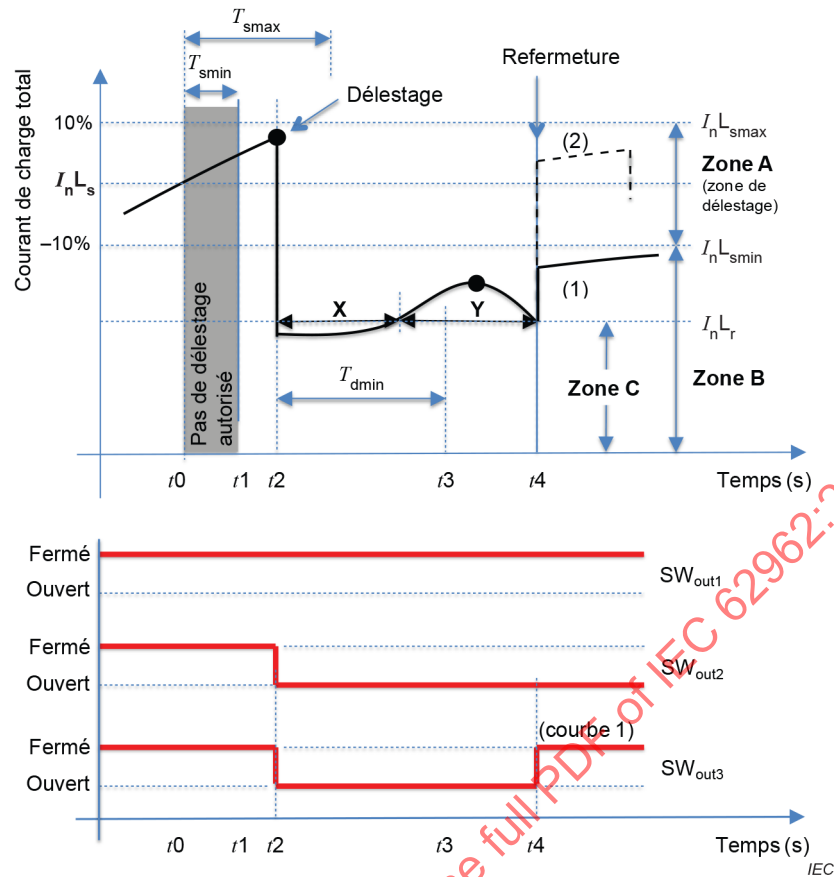
Les valeurs préférentielles de courant de délestage ($I_n L_s$) sont les suivantes: 1 A, 2 A, 4 A, 6 A, 8 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A et 125 A.

Les valeurs préférentielles de puissance de délestage ($P_n L_s$) sont les suivantes: 500 W, 1 kW, 2 kW, 3 kW, 4 kW, 6 kW, 9 kW, 12 kW, 15 kW, 30 kW, 45 kW, 60 kW, 80 kW et 100 kW.

6.2 Caractéristique temps-courant pour la surveillance du courant par les LSE

6.2.1 Principe de fonctionnement des LSE

Dans le cas de courants supérieurs aux limites prédéfinies, les LSE doivent être en mesure de réagir en respectant des conditions définies de temps et de courant, définies dans le Tableau 3 et le Tableau 4, et représentées à la Figure 3.



Légende

- t_0 instant où la valeur de $I_n L_s$ est atteinte
- $t_1 (= t_0 + T_{smin})$ temps limite jusqu'auquel le délestage n'est pas autorisé (pas de coupure pour éviter une hystérésis, c'est-à-dire pour éviter une commutation non désirée dans le cas de brèves surcharges du LSE)
- $t_2 (\geq t_0 + T_{smin})$ ouverture d'une ou plusieurs sorties, réduisant le courant à une valeur inférieure à $I_n L_{smin}$
L'ouverture doit se produire avant que le courant mesuré n'atteigne $I_n L_{smax}$ et avant la fin du délai T_{smax} (dans cet exemple, les sorties 2 et 3 du LSE sont coupées. La sortie 1 n'est pas coupée car le courant est déjà à un niveau suffisamment faible)
- $t_3 (= t_2 + T_{dmin})$ temps limite jusqu'auquel la refermeture n'est pas autorisée
- $t_4 (t_4 \geq t_3)$ refermeture du LSE (le courant mesuré est inférieur ou égal à $I_n L_r$) car un délai suffisamment long s'est écoulé
Dans cet exemple, la sortie 3 est refermée (courbe 1) mais la sortie 2 n'est pas refermée (le courant est déjà supérieur à $I_n L_r$ après la refermeture de la sortie 3). Courbe (2): dans cet exemple, comme le courant est à un niveau trop élevé après la refermeture de la sortie 2, le LSE va à nouveau couper sa ou ses sorties
- Plage X le courant est suffisamment faible mais la refermeture n'est pas autorisée car un temps insuffisamment long s'est écoulé
- Plage Y la refermeture n'est pas autorisée car le courant est à un niveau trop élevé (courant $> I_n L_r$), même si un délai suffisamment long s'est écoulé ($t \geq t_3$).
- $I_n L_s$ courant de délestage assigné (courant de réglage)
- $I_n L_{smax}$ courant de délestage maximal
- $I_n L_{smin}$ courant de délestage minimal
- $I_n L_r$ courant de refermeture de charge
- T_{smax} délai de délestage maximal
- T_{smin} délai de délestage minimal
- T_{dmin} délai de déconnexion minimal pendant lequel la refermeture n'est pas autorisée

Zone A	plage de valeurs de courant au sein de laquelle le LSE doit couper une ou plusieurs de ses sorties tant que les courants mesurés restent confinés dans ces valeurs, conformément à la classe de LSE déclarée
Zone B	plage de valeurs de courant au sein de laquelle le LSE ne doit jamais couper de sorties tant que les courants mesurés sont inférieurs à $I_{nL_{smin}}$
Zone C	plage de valeurs de courant au sein de laquelle le LSE doit refermer ses sorties une fois qu'un délai suffisamment long (T_{dmin}) s'est écoulé

Figure 3 – Caractéristique temps-courant d'un LSE de classe A

Le Tableau 3 définit les classes de délestage des LSE. Les LSE peuvent être répartis dans différentes classes, auquel cas des essais doivent être réalisés pour chaque classe:

- classes de délestage normalisées (classes de LSE): A, B, C et D. D étant la classe maximale autorisée;
- valeurs préférentielles pour T_{smin} : 0,5 s; 1 s; 1,5 s; 2 s; 3 s; 4 s; 5 s; 6 s; 8 s. 0,5 s étant le délai minimal autorisé;
- valeurs préférentielles pour T_{dmin} : 1 min; 2 min; 5 min; 10 min ... 60 min;
- valeurs préférentielles pour T_{smax} : 1 s; 2 s; 5 s; 10 s. Les valeurs de T_{smax} doivent être conformes au Tableau 4.

6.2.2 Limites de courant ($I_n L_s$)

Le LSE doit être en mesure de déconnecter successivement ou simultanément toutes ses sorties, tant que le courant mesuré par le LSE reste confiné aux valeurs de courant définies dans le Tableau 3 pour le délestage.

Tableau 3 – Classes de délestage

Classes de délestage (classes de LSE)	Valeur minimale pour le délestage $I_n L_{smin}$	Valeur maximale pour le délestage $I_n L_{smax}$
A	$> 0,95 I_n L_s$	$< 1,05 I_n L_s$
B	$> 0,9 I_n L_s$	$< 1,1 I_n L_s$
C	$> 0,8 I_n L_s$	$< 1,2 I_n L_s$
D	$> 0,8 I_n L_s$	$< 1,5 I_n L_s$

La conformité du LSE est soumise à essai conformément à 17.1.2 et 17.1.3.

Pour un LSE de classe A, la tolérance au courant est réduite à ${}^{0}_{+2}$ % dans le cas des essais fonctionnels de 17.1.2 et 17.1.3.

6.2.3 Délai de coupure minimal

Afin d'éviter toute commutation non désirée, aucune commutation ne doit se produire pendant un délai T_{smin} inférieur à 0,5 s.

NOTE 1 Des valeurs inférieures peuvent être nécessaires selon les réglementations nationales en vigueur ou selon les besoins des fournisseurs d'énergie locaux.

Dans le cas de courants supérieurs aux valeurs $I_n L_{smin}$ données dans le Tableau 3, le LSE doit être en mesure de déconnecter successivement ou simultanément toutes ses sorties surveillées, dans des délais inférieurs aux valeurs T_{smax} définies dans le Tableau 4.

Le Tableau 4 s'applique en cas de conditions de surcharge, c'est-à-dire lorsque les courants sont supérieurs à $I_n L_s$.

Tableau 4 – Délai de déconnexion

Classe de LSE	$I_m/I_n L_s$	Durée minimale T_{smin} s	Durée maximale T_{smax} s
A	1,05	0,5	30
B	1,1	0,5	10
C	1,2	0,5	4
D	1,4	0,5	2

Une valeur autre que 0,5 s peut être utilisée pour T_{smin} , auquel cas T_{smin} doit être déclaré et le LSE doit être déclaré comme ayant satisfait aux essais.

NOTE 2 Des délais de réaction plus courts peuvent être nécessaires selon les réglementations nationales en vigueur ou selon les besoins des fournisseurs d'énergie locaux.

Pour les LSE déclarés conformément à la classe A ou B, un essai supplémentaire doit être réalisé conformément à 17.1.2 et 17.1.3.

Les LSE qui sont équipés pour recevoir des informations ou des ordres en provenance de systèmes externes tels qu'un EEMS, ou en provenance du fournisseur d'énergie, doivent être en mesure de déconnecter leurs sorties contrôlées, selon le mode opératoire déclaré par le fabricant, selon d'éventuels besoins spécifiques.

La conformité du LSE est soumise à essai conformément à 17.1.2 et 17.1.3.

6.2.4 Conditions de refermeture

6.2.4.1 Généralités

Si le courant mesuré est supérieur au courant de délestage à vide ($I_n N_s$), le LSE ne doit pas refermer une quelconque de sa ou ses sorties ouvertes.

Le LSE doit être en mesure de reconnecter (refermer) successivement ou simultanément ses sorties surveillées, tant que le courant en entrée du LSE est inférieur à la valeur $I_n L_r$ déclarée par le fabricant.

La refermeture peut être soumise à:

- des conditions conformes à 6.2.4.2, ou
- d'autres conditions telles que:
 - une séquence de délestage (voir 6.4), ou
 - des informations reçues de systèmes externes (par exemple des informations en provenance des fournisseurs d'énergie), ou
 - d'autres conditions possibles comme déclarées par le fabricant,

auquel cas le Tableau 3 et 6.2.4.2 peuvent ne pas être applicables, et les conditions de commutation/refermeture doivent être soumises à essai conformément à la déclaration du fabricant conformément à l'Article 17.

6.2.4.2 Délai de déconnexion minimal (après coupure)

Il s'agit du délai de déconnexion minimal (T_{dmin}) pendant lequel l'organe d'ouverture reste en position ouverte. Il s'applique dès lors que les sorties ont été définies en mode ouvert du fait de courants trop élevés (supérieurs au courant de réglage). Cette valeur peut être fixe ou ajustable.

Un délai de déconnexion minimal est nécessaire pour éviter que le LSE n'entre dans des conditions instables (coupure puis rétablissement par le LSE si les valeurs du courant mesuré sont trop proches au sein de la plage $I_n L_s$ lors de la commutation des sorties).

La valeur de T_{dmin} doit être déclarée et des essais doivent être réalisés en conséquence.

La conformité du LSE est soumise à essai conformément à l'Article 17.

6.3 Caractéristique temps-puissance

Pour un LSE destiné à surveiller la puissance, une analogie complète est à effectuer avec le 6.2 pour définir la caractéristique temps-puissance du LSE, auquel cas le délestage et la refermeture, tels qu'ils sont décrits en 6.2 (pour la surveillance du courant), doivent être conformes au Tableau 5 et au Tableau 6 pour la surveillance de la puissance (voir également 17.1.1).

Tableau 5 – Classes de délestage

Classe de délestage (classe de LSE)	Valeur minimale pour le délestage $P_n L_{\text{smin}}$	Valeur maximale pour le délestage $P_n L_{\text{smax}}$
A	> 0,95	< 1,05
B	> 0,9	< 1,1
C	> 0,8	< 1,2
D	> 0,8	< 1,5

Tableau 6 – Délai de déconnexion

Classe de LSE	$P_m / P_n L_s$	Durée minimale T_{smin} s	Durée maximale T_{smax} s
A	1,05	0,5	30
B	1,1	0,5	10
C	1,2	0,5	4
D	1,4	0,5	2

Pour un LSE de classe A, les tolérances au courant et à la tension sont réduites à respectivement $+2_0$ % et ± 1 % dans le cas des essais fonctionnels de 17.1.2 et 17.1.3.

6.4 Séquence de délestage du LSE

Certains équipements utilisant du courant peuvent ne pas toujours permettre la coupure ou l'établissement. Le délestage peut provoquer un vieillissement prématuré de tels équipements utilisant du courant au sein des installations en cas de tentatives multiples de refermeture. Pour empêcher cela, les fabricants peuvent définir des séquences pour le fonctionnement des LSE après une première tentative de refermeture. Celles-ci peuvent dépendre de paramètres locaux, ou d'informations collectées par le LSE en provenance de l'EEMS.

Les fabricants peuvent définir des séquences basées notamment sur les éléments suivants, entre autres:

- un nombre maximal de manœuvres, par exemple 3, au-delà duquel le LSE passe dans un mode verrouillage pendant une durée définie, par exemple 1 h;

- des périodes de verrouillage pendant lesquelles une refermeture ne peut pas se produire après une ou plusieurs tentatives antérieures;
- un mélange de séquences telles que définies ci-dessus ou de séquences similaires.

Ce faisant, les fabricants doivent déclarer les séquences du LSE, par exemple:

- le nombre de manœuvres et les temps/séquences, les temporisations de verrouillage, etc.;
- les paramètres de refermeture conditionnelle, les configurations du LSE.

Ces éléments peuvent être fixes ou ajustables, et peuvent être exprimés en secondes, en minutes ou en heures.

La conformité du LSE est soumise à essai conformément à l'Article 17.

7 Classification

7.1 Généralités

La capacité de délestage peut être appliquée dans différentes configurations d'installation, selon la conception d'efficacité électrique de l'installation à proprement parler.

7.2 Selon la catégorie fonctionnelle de délestage

Les LSE sont classifiés selon quatre catégories fonctionnelles, définies dans le Tableau 7: LSE de base, avancé, compatible compteurs intelligents et connecté à un EEMS.

Le Tableau 7 définit les fonctionnalités de chaque catégorie fonctionnelle.

Tableau 7 – Catégories fonctionnelles de délestage

Fonctions	LSE de base	LSE avancé	LSE compatible compteurs intelligents	LSE connecté à un EEMS
Détection de courant ou de puissance	X	X	X	X
Traitement et évaluation	X	X	X	X
Commutation	X	X	X	X
Commande manuelle	X	X	X	X
IHM	F	X	F	X
Interfaçage avec l'EEMS	F	F	F	X
Interface de charge	F	X	F	X
Interfaçage avec les compteurs intelligents	F	F	X	X
Légende X: exigé F: facultatif				

Les LSE peuvent intégrer l'ensemble de ces fonctionnalités dans un équipement unique indépendant, ou bien ils peuvent comporter des unités externes (par exemple un détecteur de courant externe). L'architecture générale d'un LSE ainsi que ses fonctionnalités sont présentées en 4.2.

Chaque fonction doit être soumise à essai conformément à la catégorie fonctionnelle et la classe du LSE spécifiées par le fabricant, en se basant sur les critères suivants, selon la classification:

- les organes de commutation (voir 7.3),
- la possibilité d'ajustement du ou des courants de délestage (voir 7.4),
- la séquence de délestage (voir 7.5),
- la conception (voir 7.6),
- la méthode de montage (voir 7.7),
- le type de bornes (voir 7.8),
- l'ouverture des contacts (voir 7.9),
- la protection contre les facteurs externes (voir 7.10),
- le nombre de pôles (voir 7.11),
- le type de paramètres surveillés (voir 7.12).

7.3 Selon les organes de commutation

- organes d'établissement/de coupure électromécaniques.
- organes d'établissement/de coupure statiques.

Les exigences spécifiques applicables aux dispositifs statiques de commutation sont à l'étude.

7.4 Selon la possibilité d'ajustement du ou des courants de délestage (ou de la puissance)

- LSE associés à une valeur unique de courant (puissance) de délestage assigné.
- LSE associés à plusieurs valeurs de courant (puissance) de délestage.

Dans le cas d'un EEMS, le courant (puissance) de délestage peut être d'une quelconque valeur au sein d'un intervalle fixe.

7.5 Selon la séquence de délestage

- LSE sans séquence de délestage.
- LSE avec une séquence de délestage déclarée.

7.6 Selon la conception

7.6.1 LSE indépendants avec détecteurs ou unités de mesure internes ou externes

Un LSE conçu au sein d'une enveloppe unique comprenant les organes d'ouverture pour l'établissement/la coupure, les bornes et toutes les fonctionnalités nécessaires telles que les unités de surveillance (compteurs, paramètres, circuits logiques, interface homme-machine le cas échéant, etc.). Dans le cas de détecteurs ou de dispositifs de mesure externes, ceux-ci sont spécifiés pour une compatibilité d'usage avec ce modèle de LSE.

7.6.2 LSE avec détecteur externe

Un LSE dépendant de détecteurs ou d'unités de mesure externes, qui ne sont pas dédiés à ce LSE.

7.6.3 LSE combinés (ou LSE assemblés)

Un LSE assemblé sur site et comprenant plusieurs unités, avec au minimum l'unité de commande, une unité de commutation et une unité de mesure/de détection de courant, telles que déclarées par le fabricant. Un tel LSE peut aussi comprendre des unités facultatives supplémentaires.

7.7 Selon la méthode de montage

En se référant à la classification générale de l'IEC 60669-1:2017, les LSE peuvent être:

- pour pose en saillie;
- pour pose encastrée;
- pour pose semi-encastrée;
- pour pose sur panneau (également appelée pose sur panneau de distribution).

NOTE Ce type est destiné à être monté sur rail.

7.8 Selon le type de bornes

- avec des bornes à vis;
- avec des bornes sans vis.

NOTE 1 Dans les pays suivants, les LSE avec bornes à serrage sous tête de vis uniquement destinés aux conducteurs à âme rigide ne sont pas autorisés: Allemagne, Danemark, Italie, Afrique du Sud.

NOTE 2 Dans le pays suivant, les LSE avec bornes sans vis uniquement destinés aux conducteurs à âme rigide ne sont pas autorisés: Italie.

7.9 Selon l'ouverture des contacts

- LSE à microdistance d'ouverture des contacts;
- LSE à faible distance d'ouverture des contacts;
- LSE à distance normale d'ouverture des contacts;
- LSE à semiconducteurs.

7.10 Selon la protection contre les facteurs externes

En se référant à la classification générale stipulée dans le présent document, les LSE peuvent être:

- de type enfermé (n'exigeant pas d'enveloppe appropriée);
- de type ouvert (à utiliser avec une enveloppe appropriée).

7.11 Selon le nombre de pôles

- LSE unipolaires,
- LSE bipolaires;
- LSE tripolaires,
- Un LSE tripolaire avec pôle neutre de sectionnement;
- LSE tétrapolaires.

7.12 Selon le type de paramètres surveillés

- LSE surveillant le courant;
- LSE surveillant la puissance.

8 Marquages et informations

8.1 Généralités

Les marquages et les informations doivent être conformes avec les exigences spécifiées dans le Tableau 8.

Les marquages doivent être facilement lisibles, durables et indélébiles. Il ne doit pas être placé sur des vis, rondelles ou autres parties amovibles.

Tableau 8 – Marquage et position du marquage

	Marquage ou information	Position du marquage ou de l'information		
		Visible sur le produit une fois installé	Sur le produit	Sur une feuille volante
a	Le nom du fabricant ou sa marque		X	X
b	La désignation du type, le numéro de catalogue ou le numéro de série		X	X
c	La ou les tensions assignées et le symbole indiquant la nature de l'alimentation électrique	X		X
d	Le courant assigné (I_n) ^a	X		
e	La fréquence assignée; les LSE avec plus d'une fréquence assignée (par exemple 50/60 Hz) doivent être marqués en conséquence		X	X
f	Le pouvoir de fermeture et de coupure assigné, exprimé en ampères (I_{RMS})		X	X
g	L'indice de protection (seulement s'il diffère d'IP 20)			X
h	La position d'emploi, si nécessaire			X
i	Le schéma électrique, sauf si le mode de raccordement adéquat est évident		X	X
j	Les valeurs assignées de courant ($I_n L_s$) ou de puissance ($P_n L_s$) de délestage			X
k	La classe du LSE		X	X
L	La longueur d'isolement à retirer avant l'insertion du conducteur dans la borne sans vis, le cas échéant		X	X
m	Le symbole "r" indiquant que le LSE accepte uniquement des conducteurs à âme rigide		X	X
n	Le courant ($I_n L_r$) ou la puissance ($P_n L_r$) de refermeture de charge			X
o	Le délai de délestage minimal (T_{smin})			X
p	Le délai de déconnexion minimal (T_{dmin})			X
q	Les séquences de délestage (si déclarées, voir 6.4)			X
r	Les caractéristiques du DPCC			X
s	Le courant assigné de court-circuit conditionnel (I_{nc})			X
^a La valeur du courant assigné de l'entrée ou des entrées du LSE et de ses sorties, si nécessaire.				

En l'absence de marquage sur les bornes, elles sont considérées comme étant appropriées pour accepter à la fois des conducteurs à âme rigide et des conducteurs à âme souple.

Les bornes destinées au conducteur de protection, le cas échéant, doivent être marquées du

symbole  (IEC 60417-5019:2006-08).

Le marquage relatif à des fonctions intégrées (par exemple protection contre les surintensités) sortant du domaine d'application du présent document doit satisfaire aux normes pertinentes, et les normes de référence doivent être déclarées par les fabricants dans leur documentation technique.

La conformité au 8.1 est vérifiée par examen et par l'essai de 8.2. Les marquages par empreinte, moulage ou gravure ne sont pas soumis à cet essai.

8.2 Essai des marquages

L'essai est effectué en frottant le marquage à la main pendant 15 s avec un morceau de coton imbibé d'eau, puis pendant 15 s avec un morceau de coton imbibé:

- avec de l'hexane aliphatique avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, un indice de kauributanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, une température d'ébullition finale d'environ 69 °C et de masse spécifique d'environ 0,68 g/cm³;
- avec du n-hexane à 95 % (numéro CAS RN 110-54-3).

NOTE Le n-hexane à 95 % (numéro CAS RN, 110-54-3) est disponible auprès de divers fournisseurs de produits chimiques en tant que solvant pour la chromatographie en phase liquide sous haute pression.

Après cet essai, le marquage doit être facilement lisible.

Après la totalité des essais du présent document, les marquages doivent également rester facilement lisibles.

Il ne doit pas être possible d'enlever facilement les étiquettes et celles-ci ne doivent pas se recroqueviller.

9 Protection contre les chocs électriques

9.1 Généralités

Les parties actives du LSE ne doivent pas être accessibles lorsque ce dernier est monté et câblé conformément à une utilisation normale, même après avoir déposé les parties pouvant être retirées sans l'aide d'outils.

Une partie est considérée comme accessible si elle peut être touchée avec le doigt d'épreuve (voir 9.2).

Les parties extérieures, autres que les vis ou autres organes de fixation des capots et étiquettes, qui sont accessibles lorsque les LSE sont montés et câblés conformément à une utilisation normale doivent être soit fabriquées en matériau isolant, soit entièrement revêtues de matériau isolant, à moins que les parties actives ne soient enfermées dans une enveloppe intérieure en matériau isolant.

Les revêtements doivent être fixés de façon à ne pas risquer d'être perdus au cours de l'installation. Ils doivent avoir une épaisseur et une résistance mécanique suffisantes et doivent assurer une protection adéquate aux endroits présentant des angles vifs.

Les entrées de câbles ou de conduits doivent être soit fabriquées en matériau isolant, soit équipées de manchons ou dispositifs similaires en matériau isolant. Ces dispositifs doivent être fixés de façon sûre et doivent présenter une résistance mécanique adéquate.

Les boutons-poussoirs et équipements analogues doivent être fabriqués en matériau isolant. Les organes de manœuvre métalliques, le cas échéant, doivent être isolés des parties actives et leurs parties conductrices exposées doivent être recouvertes de matériau isolant.

La vérification est effectuée par examen et par les essais décrits en 9.2.

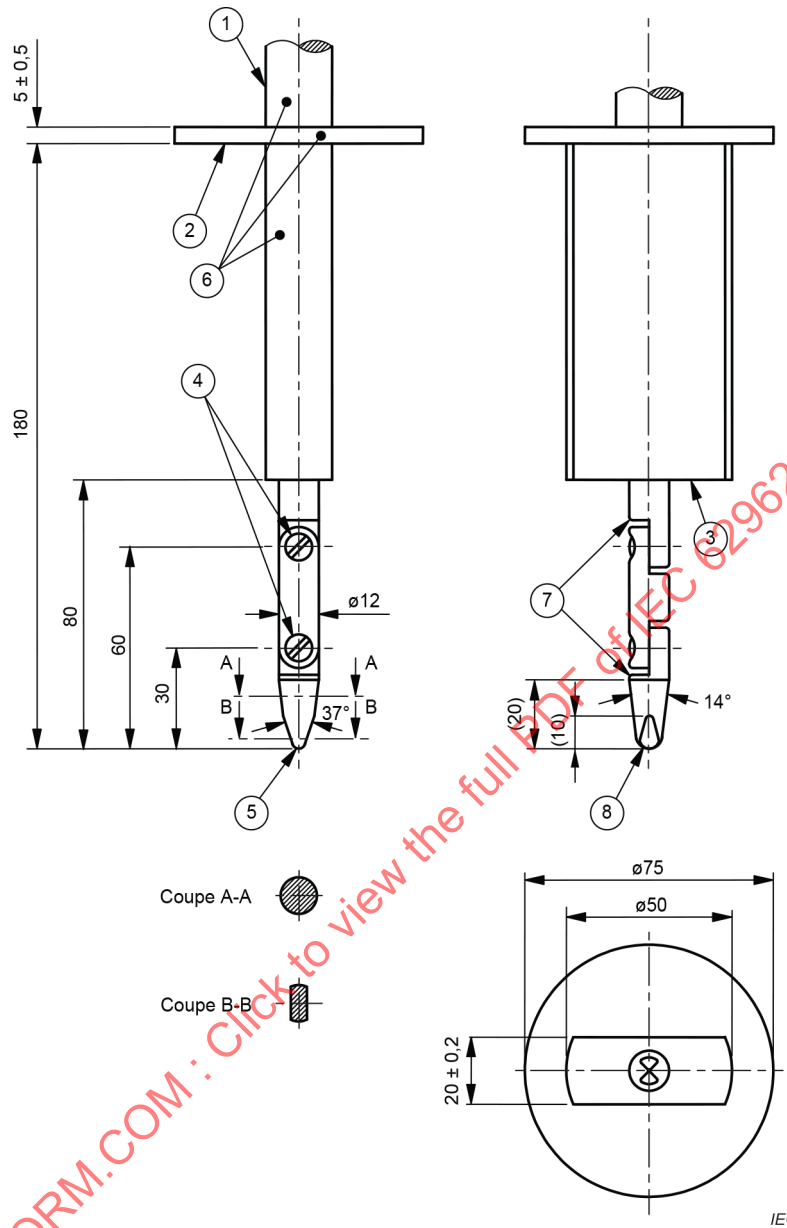
9.2 Essai de protection contre les chocs électriques

Cette vérification s'applique aux parties de l'équipement accessibles à l'utilisateur quand l'équipement est monté conformément à une utilisation normale.

L'essai est réalisé avec le doigt d'épreuve normalisé représenté à la Figure 4, sur le spécimen monté conformément à une utilisation normale et équipé de conducteurs de la plus petite section parmi celles spécifiées dans le Tableau 9. L'essai est ensuite répété avec des conducteurs de la plus grande section parmi celles spécifiées dans le Tableau 9.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62962:2019

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 manche
- 2 déflecteur
- 3 surface d'arrêt
- 4 articulations

- 5 $R2 \pm 0,05$ cylindrique
- 6 matériau isolant
- 7 chanfrein sur toutes les arêtes
- 8 $R4 \pm 0,05$ sphérique

Matériau: métal sauf spécification contraire

Tolérances dimensionnelles en l'absence de tolérance spécifique:

sur les angles: $\begin{matrix} 0 \\ -10 \end{matrix}$

sur les dimensions linéaires:

jusqu'à 25 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$

au-dessus de 25 mm: $\pm 0,2$

Les deux articulations doivent permettre un mouvement dans le même plan et le même sens de 90° avec une tolérance de $\begin{matrix} +10 \\ 0 \end{matrix}$ °.

Figure 4 – Doigt d'épreuve articulé
(calibre d'essai B conformément à l'IEC 61032:1997)

**Tableau 9 – Relation entre les courants assignés
et les sections connectables des conducteurs en cuivre**

Plage de courants assignés A	Conducteurs à âme rigide (massive ou divisée)	
	Section nominale mm ²	Diamètre du conducteur le plus épais mm
Inférieur ou égal à 6	De 0,75 à 1,5 inclus	1,45
Supérieur à 6 et inférieur ou égal à 10	De 1 à 2,5 inclus	2,13
Supérieur à 10 et inférieur ou égal à 16	De 1,5 à 4 inclus	2,72
Supérieur à 16 et inférieur ou égal à 25	De 2,5 à 6 inclus	3,34
Supérieur à 25 et inférieur ou égal à 32	De 4 à 10 inclus	4,34
Supérieur à 32 et inférieur ou égal à 50	De 6 à 16 inclus	5,46
Supérieur à 50 et inférieur ou égal à 80	De 10 à 25 inclus	6,85
Supérieur à 80 et inférieur ou égal à 100	De 16 à 35 inclus	7,90
Supérieur à 100 et inférieur ou égal à 125	De 25 à 50 inclus	9,10

Le doigt d'épreuve normalisé doit être conçu de manière que chacune des sections articulées puisse être tournée d'un angle de 90° par rapport à l'axe du doigt dans une même direction seulement.

Le doigt d'épreuve est appliqué dans toutes les positions possibles d'un doigt réel, un indicateur de contact électrique étant utilisé pour détecter un contact avec des parties actives.

Il est recommandé d'utiliser un indicateur de continuité électrique (par exemple une lampe) alimenté par une tension d'au moins 40 V, une borne étant connectée à toutes les bornes sous tension du spécimen reliées ensemble, et l'autre borne étant connectée au doigt d'épreuve, ce qui permet de vérifier un contact éventuel avec une quelconque partie active du spécimen.

En outre, les spécimens présentant des enveloppes en matériau élastomère sont soumis à l'essai supplémentaire suivant, qui est effectué à une température ambiante de $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, le spécimen étant à cette température.

Lors de l'essai supplémentaire, le spécimen est soumis pendant 1 min à une force de 75 N appliquée par l'intermédiaire de l'extrémité d'un doigt d'épreuve rigide de mêmes dimensions que le doigt d'épreuve normalisé.

Ce doigt, doté d'un indicateur électrique comme décrit ci-dessus, est appliqué à tous les endroits où un affaissement du matériau isolant pourrait compromettre la sécurité du spécimen, mais n'est pas appliqué sur les membranes, les parois défonçables ou des éléments similaires.

Les LSE ouverts ayant des parties non destinées à être couvertes par une enveloppe sont soumis à cet essai avec un panneau frontal métallique, et montés conformément à une utilisation normale.

Pendant cet essai, le spécimen avec ses organes de montage associés ne doit pas se déformer à un degré tel que des parties actives puissent être touchées avec le doigt d'épreuve rigide.

Si un LSE est fourni avec un orifice permettant d'ajuster les réglages du circuit électronique, et que cet orifice est signalé comme tel, le mode opératoire d'ajustement ne doit pas impliquer de risque de choc électrique.

La vérification est effectuée en insérant dans l'orifice une épingle d'essai, conformément à la Figure 5. L'épingle ne doit pas toucher de parties actives.

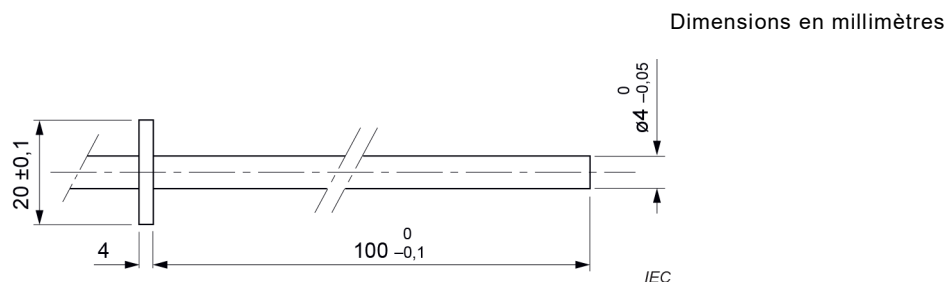


Figure 5 – Épingle d'essai pour vérifier la protection contre les chocs électriques

10 Bornes pour conducteurs externes en cuivre

10.1 Généralités

Les LSE doivent être fournis avec des bornes à vis ou des bornes sans vis.

Les bornes pour les conducteurs externes doivent être fabriquées de telle manière que, lorsque les conducteurs sont connectés, la pression de contact nécessaire est maintenue en permanence.

Les bornes doivent être facilement accessibles dans les conditions d'utilisation prévues.

Les organes de serrage des conducteurs dans les bornes ne doivent servir à la fixation d'aucun autre constituant, bien qu'ils puissent maintenir en place les bornes ou les empêcher de tourner.

Tous les essais sur les bornes, à l'exception de celui donné en 10.3, doivent être réalisés après l'essai donné en 13.1.

Les bornes de terre doivent être des bornes à vis ou des bornes sans vis. Elles doivent être de la même taille que les bornes correspondantes destinées aux conducteurs d'alimentation.

La vérification est effectuée par examen et par les essais décrits en 10.2 (pour les bornes à vis) ou en 10.3 (pour les bornes sans vis), suivant le cas.

10.2 Bornes à vis pour conducteurs externes en cuivre

10.2.1 Généralités

Les LSE doivent être fournis avec des bornes qui doivent permettre le raccordement approprié des conducteurs en cuivre présentant une section telle que décrite dans le Tableau 9.

Le logement du conducteur doit être au moins celui spécifié de la Figure 6 à la Figure 10 et du Tableau 10 au Tableau 13.

La vérification est effectuée par examen et en montant des conducteurs de la plus petite section et de la plus grande section spécifiées.

NOTE Voir l'Annexe B pour connaître la correspondance entre les sections ISO en mm² et les valeurs AWG des conducteurs en cuivre.

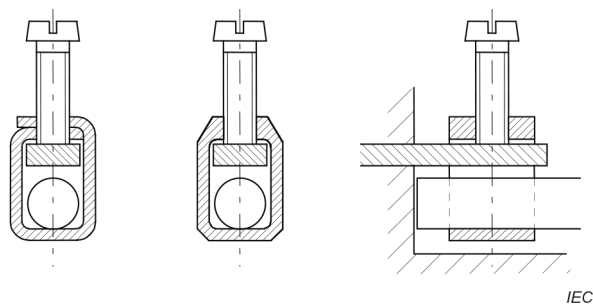


Figure 6 – Bornes avec étrier

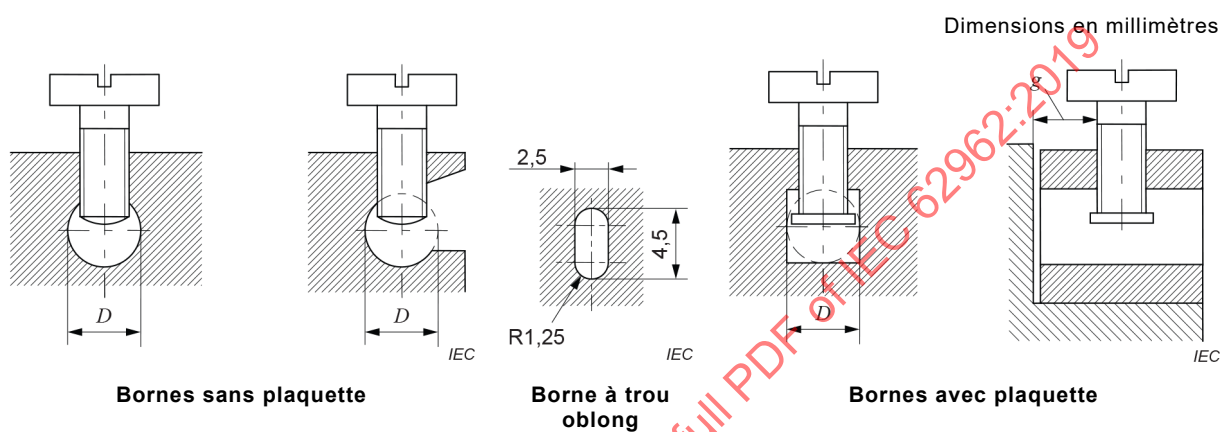


Figure 7 – Bornes à trou

Tableau 10 – Dimensions et couple de serrage des bornes à trou

Section de conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal <i>D</i> (ou dimensions minimales) du logement du conducteur mm	Distance minimale <i>g</i> entre la vis de serrage et l'extrémité du conducteur lorsqu'il est inséré à fond mm		Couple Nm					
				1 ^a		3 ^a		4 ^a	
		Une vis	Deux vis	Une vis	Deux vis	Une vis	Deux vis	Une vis	Deux vis
Jusqu'à 1,5	2,5	1,5	1,5	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4
2,5 (trou circulaire)	3,0	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
2,5 (trou oblong)	2,5 × 4,5	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
4	3,6	1,8	1,5	0,4	0,2	0,8	0,4	0,7	0,4
6	4,0	1,8	1,5	0,4	0,25	0,8	0,5	0,8	0,5
10	4,5	2,0	1,5	0,7	0,25	1,2	0,5	1,2	0,5
16	5,5	2,5	2,0	0,8	0,7	2,0	1,2	2,0	1,2
25	7,0	3,0	2,0	1,2	0,7	2,5	1,2	3,0	1,2
35 ^b									
50 ^b									

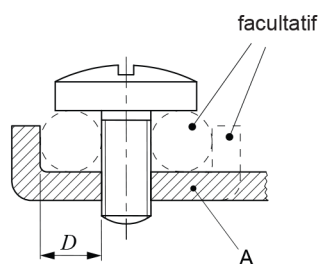
La partie de la borne portant le trou fileté et la partie de la borne contre laquelle l'âme est serrée par la vis peuvent être deux parties séparées, comme dans le cas des bornes à étrier.

La forme du logement du conducteur peut différer de celle représentée, sous réserve de pouvoir y inscrire un cercle de diamètre égal au minimum spécifié pour *D* ou le profil minimal spécifié pour le trou oblong acceptant des sections de conducteurs jusqu'à 2,5 mm².

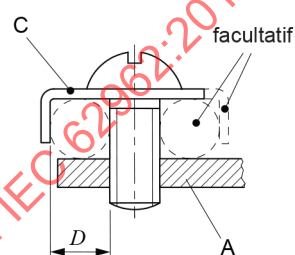
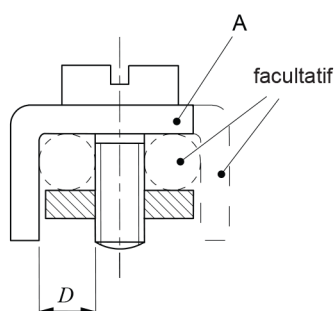
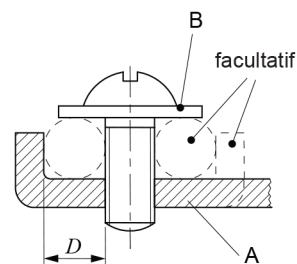
^a Les valeurs spécifiées s'appliquent aux vis couvertes par les colonnes correspondantes du Tableau 14.

^b A l'étude.

Vis n'exigeant pas de rondelle, de plaque de serrage
ou de dispositif empêchant le conducteur
ou ses brins de s'échapper

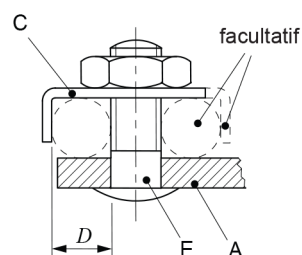
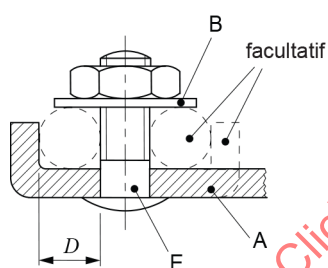


Vis exigeant une rondelle, une plaque de serrage
ou un dispositif empêchant le conducteur
ou ses brins de s'échapper



Bornes à vis

IEC



IEC

Bornes à goujon fileté

Légende

- A partie fixe
- B rondelle ou plaque de serrage
- C dispositif empêchant le conducteur ou ses brins de s'échapper
- D logement du conducteur
- E goujon

Figure 8 – Bornes à serrage sous tête de vis et bornes à goujon fileté

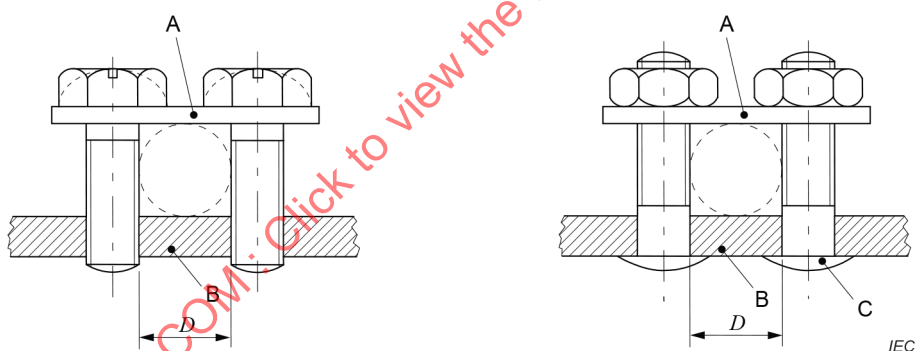
Tableau 11 – Dimensions et couple de serrage pour les bornes à serrage sous tête de vis et les bornes à goujon fileté

Section de conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal <i>D</i> du logement du conducteur mm	Couple Nm			
		3 ^a		4 ^a	
		Une vis	Deux vis	Une vis ou un goujon	Deux vis ou deux goujons
Jusqu'à 1,5	1,7	0,5	–	0,5	–
Jusqu'à 2,5	2,0	0,8	–	0,8	–
Jusqu'à 4	2,7	1,2	0,5	1,2	0,5
Jusqu'à 6	3,6	2,0	1,2	2,0	1,2
Jusqu'à 10	4,3	2,0	1,2	2,0	1,2
Jusqu'à 16	5,5	2,0	1,2	2,0	1,2
Jusqu'à 25	7,0	2,5	2,0	3,0	2,0

La partie maintenant le conducteur en place peut être en matériau isolant, sous réserve que la pression nécessaire pour le serrage du conducteur ne se transmette pas par l'intermédiaire du matériau isolant.

Le deuxième logement de conducteur facultatif, pour les bornes acceptant des sections de conducteurs jusqu'à 2,5 mm², peut être utilisé pour le raccordement du deuxième conducteur lorsqu'il est exigé de raccorder deux conducteurs de 2,5 mm² de section.

^a Les valeurs spécifiées s'appliquent aux vis couvertes par les colonnes correspondantes du Tableau 14.



Légende

- A plaquette
- B partie fixe
- C goujon
- D logement du conducteur

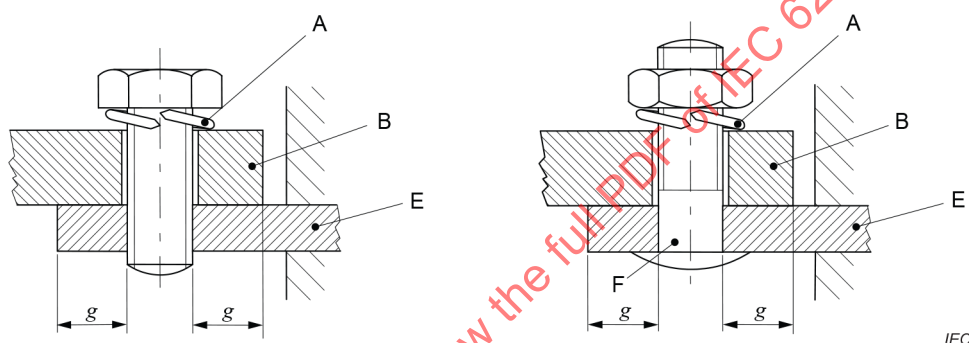
Figure 9 – Bornes à plaquette

Tableau 12 – Dimensions et couple de serrage des bornes à plaquette

Section de conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal <i>D</i> du logement du conducteur mm	Couple Nm
Jusqu'à 4	3,0	0,5
Jusqu'à 6	4,0	0,8
Jusqu'à 10	4,5	1,2
Jusqu'à 16	5,5	1,2
Jusqu'à 25	7,0	2,0

La forme du logement du conducteur peut différer de celle représentée dans la Figure 9, sous réserve de pouvoir y inscrire un cercle de diamètre égal à la valeur minimale spécifiée pour *D*.

La forme des faces supérieure et inférieure de la plaquette peut être différente pour accueillir des conducteurs de petite section ou bien de grande section, en retournant la plaquette.

**Légende**

- A organe de blocage
- B cosse ou barrette
- E partie fixe
- F goujon

Figure 10 – Bornes pour cosses et barrettes**Tableau 13 – Dimensions et couple de serrage des bornes pour cosses et barrettes**

Section de conducteur acceptée par la borne mm ²	Distance minimale <i>g</i> entre le bord du trou et le bord de la zone de serrage mm	Couple Nm	
		3 ^a	4 ^a
Jusqu'à 16	7,5	2,0	2,0
Jusqu'à 25	9,0	2,5	3,0

Pour ce type de borne, une rondelle élastique ou un organe de blocage aussi efficace doit être prévu et la surface de la zone de serrage doit être lisse.

^a Les valeurs spécifiées s'appliquent aux vis couvertes par les colonnes correspondantes du Tableau 14.

10.2.2 Montage des conducteurs

Les bornes à vis (pour des courants jusqu'à 32 A inclus) doivent permettre la connexion des conducteurs sans préparation spéciale.

La vérification est effectuée par examen.

L'expression "préparation spéciale" concerne l'étamage des fils du conducteur, l'utilisation de cosses, la formation d'œilletons, etc., mais non la remise en forme du conducteur avant son introduction dans la borne ou le torsadage d'un conducteur à âme souple pour en consolider l'extrémité.

10.2.3 Résistance mécanique des bornes

Les bornes à vis doivent présenter une résistance mécanique adéquate.

Les vis et les écrous pour le serrage des conducteurs doivent avoir un pas métrique ISO ou un filetage d'un pas comparable et d'une résistance mécanique équivalente.

Les vis ne doivent pas être fabriquées dans un métal tendre ou sujet à fluage, tel que le zinc ou l'aluminium.

La vérification est effectuée par examen et par les essais décrits en 10.2.6 et en 10.2.8.

NOTE Provisoirement, les filetages SI (Système international), BA (British Association) et UN (UNified) sont considérés comparables au filetage à pas métrique ISO en termes de pas et de résistance mécanique.

10.2.4 Résistance à la corrosion des bornes

Les bornes à vis doivent être résistantes à la corrosion.

La vérification est effectuée par les essais décrits en 20.5. Les bornes dont le corps est fabriqué en cuivre ou dans un alliage de cuivre, tel que spécifié en 20.5, sont considérées comme satisfaisant à cette exigence.

10.2.5 Effets de serrage sur les conducteurs

Les bornes à vis doivent être conçues et construites de manière à serrer le ou les conducteurs sans leur occasionner de dommages majeurs.

La vérification est effectuée par l'essai suivant.

Les bornes sont pourvues de conducteurs en cuivre, de la plus petite section et de la plus grande section spécifiées dans le Tableau 1, à âme massive ou divisée, selon le cas le plus défavorable, et les vis des bornes sont serrées selon un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 14.

Les vis des bornes sont alors desserrées et la partie du conducteur qui peut avoir été affectée par la borne est examinée.

Les conducteurs ne doivent pas montrer de dommages majeurs ni de brins sectionnés.

NOTE Les conducteurs sont considérés endommagés de façon majeure s'ils laissent apparaître des empreintes profondes ou des entailles.

Pendant l'essai, les bornes ne doivent pas prendre de jeu et aucun dommage tel que bris de vis ou détérioration des fentes de la tête de vis, du filetage, des rondelles ou des étriers, qui compromettrait l'usage ultérieur de la borne, ne doit être constaté.

**Tableau 14 – Couple de serrage pour la vérification
de la résistance mécanique des bornes à vis**

Diamètre nominal du filetage mm	Couple Nm		
	1	2	3
Inférieur ou égal à 2,8	0,2	0,4	0,4
Supérieur à 2,8 et jusqu'à 3,0 inclus	0,25	0,5	0,5
Supérieur à 3,0 et jusqu'à 3,2 inclus	0,3	0,6	0,6
Supérieur à 3,2 et jusqu'à 3,6 inclus	0,4	0,8	0,8
Supérieur à 3,6 et jusqu'à 4,1 inclus	0,7	1,2	1,2
Supérieur à 4,1 et jusqu'à 4,7 inclus	0,8	1,8	1,8
Supérieur à 4,7 et jusqu'à 5,3 inclus	0,8	2,0	2,0
Supérieur à 5,3 et jusqu'à 6,0 inclus	1,2	2,5	3,0
Supérieur à 6,0 et jusqu'à 8,0 inclus	2,5	3,5	6,0
Supérieur à 8,0 et jusqu'à 10,0 inclus	3,5	4,0	10,0

Pour des applications spéciales telles que la très basse tension (TBT), dans lesquelles des conducteurs à âme souple sont utilisés (de 0,5 mm² jusqu'à 1 mm² inclus).

Il convient que la forme de la lame du tournevis d'essai corresponde à la tête de la vis à soumettre à essai.

Il convient que les vis et écrous ne soient pas serrés par à-coups.

NOTE La colonne 1 s'applique aux vis sans tête si la vis, lorsqu'elle est serrée, ne dépasse pas du trou, et aux autres vis qui ne peuvent pas être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre de la vis.

La colonne 2 s'applique aux autres vis qui sont serrées au moyen d'un tournevis.

La colonne 3 s'applique aux vis et aux écrous qui sont serrés par d'autres moyens qu'un tournevis.

Lorsqu'une vis est à tête hexagonale fendue et qu'elle peut être serrée à l'aide d'un tournevis, et que les valeurs des colonnes 2 et 3 sont différentes, l'essai est effectué deux fois, d'abord en appliquant à la tête hexagonale le couple spécifié à la colonne 3 puis en appliquant sur un autre échantillon le couple spécifié à la colonne 2 au moyen d'un tournevis. Si les valeurs des colonnes 2 et 3 sont identiques, seul l'essai avec le tournevis est effectué.

10.2.6 Fiabilité du serrage des bornes

Les bornes à vis doivent serrer de façon sûre le conducteur entre des surfaces métalliques.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai suivant.

Les bornes sont pourvues de conducteurs en cuivre de même type (à âme rigide massive, à âme rigide divisée ou à âme souple), de la plus petite section et de la plus grande section spécifiées dans le Tableau 1.

Les bornes doivent être appropriées à tous les types de conducteurs: à âme rigide (massive ou divisée) et à âme souple, sauf spécification contraire du fabricant.

Les bornes doivent être soumises à essai avec la section minimale et maximale de chaque type de conducteurs sur les nouvelles bornes comme suit:

- les essais pour les conducteurs à âme massive doivent utiliser des conducteurs de section 1 mm² à 6 mm², suivant le cas;
- les essais pour les conducteurs câblés doivent utiliser des conducteurs de section 1,5 mm² à 50 mm², suivant le cas;

- les essais pour les conducteurs à âme souple doivent utiliser des conducteurs de section 1 mm² à 35 mm², suivant le cas.

Le conducteur est inséré dans la borne à la distance minimale prescrite ou si aucune distance n'est prescrite, jusqu'à ce qu'il apparaisse sur la face opposée de la borne et dans la position la plus susceptible de favoriser l'échappement du brin.

Les vis de serrage sont alors serrées selon un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 14.

Si la vis présente une tête hexagonale fendue, le couple appliqué est égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne 3 du Tableau 14.

Chaque conducteur est alors soumis à une traction telle que spécifiée dans le Tableau 15, appliquée sans à-coups, pendant 1 min, dans la direction de l'axe du logement du conducteur.

Lorsque cela est nécessaire, les valeurs d'essai, pour les différentes sections avec la force de traction concernée, doivent être clairement indiquées dans le rapport d'essai.

Pendant l'essai, le conducteur ne doit pas présenter de mouvement sensible dans la borne.

Tableau 15 – Valeurs d'essai pour l'essai de traction

Section du conducteur inséré dans la borne mm ²	0,75 ^a	Supérieur e à 0,75 et inférieure ou égale à 1	Supérieur e à 1 et inférieure ou égale à 1,5	Supérieur e à 1,5 et inférieure ou égale à 4	Supérieur e à 4 et inférieure ou égale à 6	Supérieur e à 6 et inférieure ou égale à 10	Supérieur e à 10 et inférieure ou égale à 16	Supérieur e à 16 et inférieure ou égale à 50
Traction (N)	30	35	40	50	60	80	90	100
Les bornes en mesure de recevoir d'autres diamètres doivent être soumises à essai uniquement avec la valeur maximale de force de traction.								
^a Pour les valeurs inférieures à 0,75 mm ² , le fabricant doit fournir des instructions pour la force de traction.								

10.2.7 Longueur du serrage des bornes

Les bornes à vis doivent être conçues ou positionnées de telle sorte que ni un conducteur en cuivre à âme massive rigide, ni un brin d'un conducteur en cuivre à âme divisée ne puissent s'échapper lors du serrage des vis ou des écrous.

Cette exigence ne s'applique pas aux bornes pour cosses et barrettes.

La vérification est effectuée par l'essai suivant.

Les bornes sont équipées de conducteurs de la plus grande section spécifiée dans le Tableau 1.

Les bornes sont soumises à essai avec des conducteurs à âme massive et des conducteurs câblés.

Avant l'insertion dans les organes de serrage de la borne, les brins des conducteurs à âme rigide (âme massive ou conducteurs câblés) sont redressés et les brins des conducteurs à âme rigide divisée peuvent en outre être torsadés pour leur redonner approximativement leur forme d'origine.

Le conducteur est inséré dans les organes de serrage de la borne, à la distance minimale prescrite ou si aucune distance n'est prescrite, jusqu'à ce qu'il apparaisse sur la face opposée de la borne et dans la position la plus susceptible de favoriser l'échappement du fil ou bien d'un ou de plusieurs brins. La vis ou l'écrou de serrage est alors serré selon un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 14.

Après l'essai, aucun fil ou brin du conducteur ne doit s'être échappé de l'unité de serrage, réduisant ainsi les lignes de fuite et les distances d'isolement à des valeurs inférieures à celles indiquées à l'Article 21.

10.2.8 Fiabilité des bornes

Lors du serrage ou du desserrage des vis ou des écrous de serrage, les bornes à vis ne doivent pas prendre de jeu par rapport à leur ancrage en usage ordinaire.

Ces exigences n'impliquent pas qu'il convienne que les bornes soient conçues de telle sorte que leur rotation ou leur déplacement soit empêché, mais il convient qu'un quelconque mouvement soit suffisamment limité pour empêcher la non-conformité au présent document.

La vérification est effectuée par examen, par mesure et par l'essai suivant.

Un conducteur en cuivre à âme rigide massive de la plus grande section spécifiée dans le Tableau 1 est placé dans la borne.

Les vis et écrous sont serrés et desserrés cinq fois au moyen d'un tournevis d'essai ou d'une clé approprié(e), le couple appliqué lors du serrage étant égal au couple indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 14 ou dans le tableau, du Tableau 10 au Tableau 13, de la figure appropriée de la Figure 6 à la Figure 10, la valeur retenue étant la plus élevée.

Le conducteur est retiré chaque fois que la vis ou l'écrou est desserré.

Pendant l'essai, les bornes et les connexions vissées ne doivent pas prendre de jeu et aucun dommage tel que bris de vis ou détérioration des fentes de la tête de vis, du filetage, des rondelles ou des étriers, qui compromettrait l'usage ultérieur de la borne, ne doit être constaté. Les enveloppes et les capots ne doivent pas être endommagés.

10.2.9 Desserrage accidentel des bornes de terre

Les vis ou écrous de serrage des bornes de terre à vis doivent être prémunis de façon adéquate contre un 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.

En général, les conceptions de bornes représentées de la Figure 6 à la Figure 10 procurent une élasticité suffisante pour satisfaire à cette exigence; pour d'autres conceptions, des dispositions spéciales telles que l'utilisation d'une pièce présentant une élasticité adéquate, qui n'est pas susceptible d'être retirée par inadvertance, peuvent être nécessaires.

10.2.10 Résistance à la corrosion des bornes de terre

Les bornes de terre à vis doivent être de telle sorte qu'il n'y ait pas de risque de corrosion résultant d'un contact entre ces parties et le cuivre du conducteur de terre, ou un quelconque autre métal en contact avec ces parties.

Le corps des bornes de terre doit être en laiton ou dans un autre métal présentant une résistance au moins équivalente à la corrosion.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE Les vis ou écrous en acier plaqué résistant à l'essai de corrosion sont considérés comme étant dans un métal présentant une résistance à la corrosion au moins équivalente à celle du laiton.

10.2.11 Exigences supplémentaires pour la conception des bornes à trou

Pour les bornes à trou, la distance entre la vis de serrage et l'extrémité du conducteur, lorsque celui-ci est inséré à fond, doit être au moins égale à celle spécifiée dans la Figure 7.

NOTE La distance minimale entre la vis de serrage et l'extrémité du conducteur s'applique uniquement aux bornes à trou au travers desquelles le conducteur ne peut pas passer directement.

Les bornes doivent permettre une insertion complète et un serrage sûr des conducteurs.

La vérification est effectuée par mesure, après qu'un conducteur à âme massive de la plus grande section spécifiée pour le courant assigné approprié spécifié dans le Tableau 1 a été inséré à fond et serré en appliquant les couples donnés dans le Tableau 14.

10.2.12 Exigences supplémentaires pour la conception des bornes pour cosses et barrettes

Les bornes pour cosses et barrettes doivent être réservées aux LSE présentant un courant assigné d'au moins 40 A; si de telles bornes sont fournies, elles doivent être équipées de rondelles élastiques ou d'organes de blocage aussi efficaces.

La vérification est effectuée par examen.

10.2.13 Exigences supplémentaires pour les bornes destinées à la connexion des conducteurs externes

Les vis et écrous des bornes destinées à la connexion des conducteurs externes doivent s'engager dans un filetage métallique et les vis ne doivent pas être autotaraudeuses.

La vérification est effectuée par examen.

10.3 Bornes sans vis pour conducteurs externes en cuivre

10.3.1 Généralités

Le Paragraphe 10.3 s'applique aux bornes sans vis avec un courant assigné limité à 16 A.

NOTE Des bornes sans vis avec des courants assignés supérieurs à 16 A sont à l'étude.

Les bornes sans vis peuvent être du type approprié pour les conducteurs de cuivre rigides uniquement ou du type approprié pour les conducteurs en cuivre rigides et flexibles.

Pour ce dernier type, les essais sont effectués d'abord avec des conducteurs à âme rigide, puis répétés avec des conducteurs flexibles.

Le Paragraphe 10.3 n'est pas applicable aux LSE équipés de:

- bornes sans vis exigeant la fixation de dispositifs spéciaux aux conducteurs avant serrage dans la borne sans vis, par exemple des raccords de connexion à clips;
- bornes sans vis exigeant la torsion des conducteurs, par exemple ceux à épissure;
- bornes sans vis offrant un contact direct avec les conducteurs au moyen de bords ou de points pénétrant l'isolation.

10.3.2 Montages des conducteurs

Les bornes sans vis doivent être fournies avec des unités de serrage qui permettent le raccordement approprié des conducteurs en cuivre à âme rigide et à âme souple présentant une section nominale telle que décrite dans le Tableau 16.

Tableau 16 – Relation entre les courants assignés et les sections connectables des conducteurs en cuivre pour les bornes sans vis

Courant assigné	Conducteurs		
	Section nominale	Diamètre du conducteur à âme rigide le plus épais	Diamètre du conducteur à âme souple le plus épais
A	mm ²	mm	mm
Inférieur ou égal à 4	0,75 à 1	1,19	-
Supérieur à 4 et inférieur ou égal à 6	1 à 1,5	1,45	1,73
Supérieur à 6 et inférieur ou égal à 16	1,5 à 2,5	2,13	2,21

La vérification est effectuée par examen et en montant des conducteurs de la plus petite section et de la plus grande section spécifiées.

10.3.3 Connexion des conducteurs

Les bornes sans vis doivent permettre la connexion du conducteur sans préparation spéciale.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE L'expression "préparation spéciale" concerne l'étamage des fils du conducteur, l'utilisation d'embouts, etc., mais non la remise en forme du conducteur avant l'introduction dans la borne ou le torsadage d'un conducteur à âme souple pour en consolider l'extrémité.

10.3.4 Type de matériau

Les parties de bornes sans vis principalement destinées au transport du courant doivent être fabriquées dans des matériaux tels que spécifiés en 20.5.

La vérification est effectuée par examen et par une analyse chimique.

NOTE Les ressorts, les organes élastiques, les plaques de serrage et les éléments similaires ne sont pas considérés comme des parties principalement destinées au transport du courant.

10.3.5 Serrage des conducteurs

Les bornes sans vis doivent être conçues de telle façon qu'elles serrent les conducteurs spécifiés avec une pression de contact suffisante et sans endommager exagérément le conducteur.

Le conducteur doit être serré entre des surfaces métalliques.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai décrit en 10.3.10.

10.3.6 Fonctionnement des bornes

Le mode de connexion et de déconnexion des conducteurs doit être clair.

La déconnexion d'un conducteur doit exiger une manœuvre, autre que la traction du conducteur, de sorte qu'elle puisse être effectuée manuellement avec ou sans l'assistance d'un outil générique.

Il ne doit pas être possible de confondre l'ouverture pour l'utilisation d'un outil d'aide à la connexion ou à la déconnexion avec l'ouverture destinée à l'insertion du conducteur.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai décrit en 10.3.10.

10.3.7 Bornes multiconducteurs

Les bornes sans vis qui sont destinées à être utilisées pour l'interconnexion de deux conducteurs ou plus doivent être conçues de sorte que:

- le serrage de l'un des conducteurs soit indépendant du serrage de l'autre ou des autres conducteurs;
- lors de la connexion ou de la déconnexion, les conducteurs puissent être connectés ou déconnectés soit en même temps, soit séparément;
- chaque conducteur doit être introduit dans une unité de serrage distincte (pas nécessairement dans des trous différents);
- il doit être possible de serrer fermement un nombre quelconque de conducteurs jusqu'au maximum établi à la conception.

La vérification est effectuée par examen et par les essais avec les conducteurs appropriés.

10.3.8 Introduction des conducteurs

Les bornes sans vis doivent être conçues de telle manière qu'une insertion excessive du conducteur soit empêchée et qu'une insertion adéquate soit évidente.

Les bornes sans vis doivent être conçues de telle manière qu'une insertion excessive du conducteur soit empêchée par une butée si une insertion plus profonde risque de réduire les lignes de fuite et/ou les distances d'isolement exigées dans le Tableau 29, ou d'influencer le mécanisme du LSE.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai décrit en 10.3.10.

10.3.9 Fixation des bornes

Les bornes sans vis doivent être fixées correctement.

Elles ne doivent pas prendre de jeu lors de la connexion ou de la déconnexion des conducteurs, pendant l'installation.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai décrit en 10.3.10.

La couverture avec une matière de remplissage et sans autre moyen de verrouillage est insuffisante. Cependant, des résines monocomposants peuvent être utilisées pour fixer des bornes qui ne sont pas soumises aux contraintes mécaniques dans le cadre d'une utilisation normale.

10.3.10 Résistance mécanique

Les bornes sans vis doivent être capables de résister aux contraintes mécaniques qui se produisent dans le cadre d'une utilisation normale.

La vérification est effectuée par les essais suivants qui sont effectués avec des conducteurs non isolés sur une borne sans vis de chaque spécimen, en utilisant trois nouveaux spécimens pour chaque essai.

L'essai est effectué avec des conducteurs en cuivre à âme massive rigide, d'abord avec des conducteurs de la plus grande section, puis avec les conducteurs de la plus petite section spécifiée en 10.3.2.

Les conducteurs sont connectés et déconnectés cinq fois, de nouveaux conducteurs étant utilisés à chaque fois, à l'exception de la cinquième fois, où les conducteurs utilisés pour la quatrième connexion sont serrés au même endroit. Pour chaque connexion, les conducteurs sont enfoncés aussi profondément que possible dans la borne, ou bien ils sont insérés de telle sorte que le raccordement adéquat soit évident.

Après chaque connexion, le conducteur est soumis à un effort de traction de 30 N; cet effort étant appliqué sans secousses, pendant 1 min, dans l'axe longitudinal du logement du conducteur.

Pendant l'application de l'effort de traction, le conducteur ne doit pas s'échapper de la borne sans vis.

L'essai est alors répété avec des conducteurs en cuivre à âme rigide massive de la plus grande et la plus petite section spécifiée en 10.3.2; ces conducteurs ne sont cependant connectés et déconnectés qu'une seule fois.

Les bornes sans vis, destinées aux conducteurs à âme rigide et à âme souple, doivent également être soumises à essai avec des conducteurs flexibles, en effectuant cinq connexions et déconnexions.

Chaque conducteur des bornes sans vis est soumis pendant 15 min à un mouvement circulaire avec (10 ± 2) tr/min à l'aide d'un appareillage, dont un exemple est donné à la Figure 11. Le conducteur est soumis à une traction d'une valeur indiquée dans le Tableau 17.

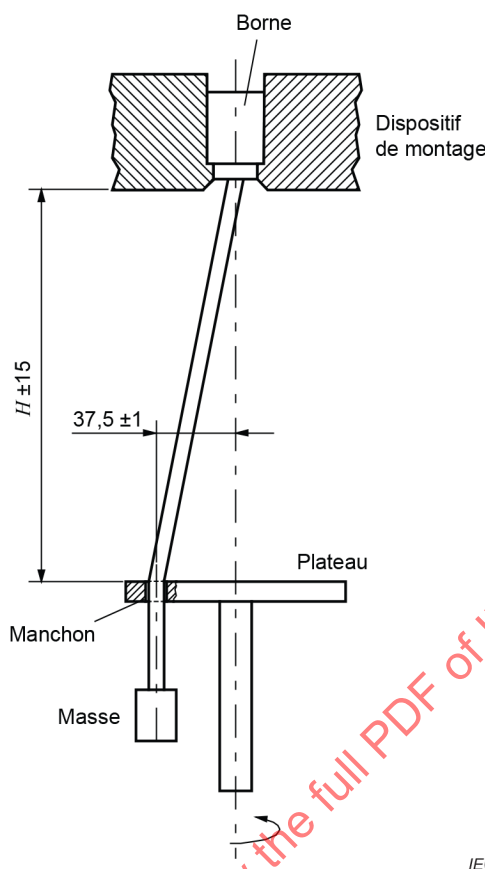
Tableau 17 – Valeurs d'essai pour la flexion et la traction pour les conducteurs en cuivre

Section nominale du conducteur mm ²	Diamètre du trou de manchon ^a mm	Hauteur H^b mm	Masse pour le conducteur kg
0,75	6,5	260	0,4
1,0	6,5	260	0,4
1,5	6,5	260	0,4
2,5	9,5	280	0,7
^a Si le diamètre du trou du manchon n'est pas assez grand pour accueillir le conducteur sans l'arrêter, un manchon dont le trou a la taille immédiatement supérieure peut être utilisé.			
^b Tolérance pour la hauteur $H = \pm 15$ mm.			

Pendant l'essai, les conducteurs ne doivent pas présenter de mouvement sensible dans l'unité de serrage.

Après ces essais, ni les bornes ni le serrage ne doivent avoir pris du jeu et les conducteurs ne doivent présenter aucune détérioration perturbant leur utilisation future.

Dimensions en millimètres



NOTE Le trou du manchon est réalisé de manière à garantir que la force transmise au câble est une force de traction pure et que la transmission de tout couple au raccord dans le dispositif de serrage est évitée.

Figure 11 – Appareillage d'essai pour la vérification de l'endommagement des conducteurs

10.3.11 Résistance aux contraintes électriques et thermiques

Les bornes sans vis doivent être capables de résister aux contraintes électriques et thermiques qui se produisent dans le cadre d'une utilisation normale.

La vérification est effectuée par les essais suivants a) et b), qui sont effectués sur cinq bornes sans vis qui n'ont été utilisées pour aucun autre essai.

Ces deux essais sont réalisés sur des conducteurs en cuivre neufs.

– Essai a)

L'essai est effectué en chargeant les bornes sans vis pendant 1 h avec un courant alternatif tel que spécifié dans le Tableau 18 et en connectant des conducteurs à âme rigide massive d'une longueur de 1 m, de la section spécifiée dans le Tableau 18.

L'essai est effectué sur chaque unité de serrage.

Tableau 18 – Courant d'essai pour la vérification des contraintes électriques et thermiques dans le cadre d'une utilisation normale des bornes sans vis

Courant assigné A	Courant d'essai A	Section du conducteur mm ²
Inférieur ou égal à 4	9	0,75
Supérieur à 4 et inférieur ou égal à 6	13,5	1
Supérieur à 6 et inférieur ou égal à 13	17,5	1,5
Supérieur à 13 et inférieur ou égal à 16	22	2,5

Pendant l'essai, le courant ne traverse pas le LSE, mais seulement les bornes.

Immédiatement après cette période, la chute de tension à travers chaque borne sans vis est mesurée alors que le courant assigné passe.

La chute de tension ne doit en aucun cas dépasser 15 mV.

Les mesures sont effectuées à travers chaque borne sans vis et aussi près que possible du point de contact.

Si la connexion arrière de la borne n'est pas accessible, des spécimens peuvent être préparés de manière adéquate par le fabricant; en prenant soin de ne pas affecter le comportement de la borne.

Pendant la période de l'essai, y compris les mesures, les conducteurs et le dispositif de mesure ne doivent pas être déplacés de sorte que le résultat de l'essai soit affecté.

– Essai b)

Les bornes sans vis déjà soumises à la détermination de la chute de tension spécifiée de l'essai précédent a) sont soumises à essai de la manière suivante.

Pendant l'essai, un courant d'essai de valeur égale à celle indiquée dans le Tableau 18 est utilisé.

Aucune partie de l'installation d'essai, y compris les conducteurs, ne doit être déplacée tant que les mesures de la chute de tension ne sont pas terminées.

Les bornes sont soumises à 192 cycles de température, chaque cycle ayant une durée d'environ 1 h et étant effectué de la manière suivante:

- le courant passe pendant environ 30 min;
- pendant environ 30 min supplémentaires, aucun courant ne passe.

La chute de tension de chaque borne sans vis est déterminée conformément à la prescription de l'essai a) et a lieu aux moments suivants:

- après les 24 premiers cycles de température et après les 192 cycles de température;
- mesures additionnelles à effectuer après trois quelconques des cycles de température suivants: après les 48^e, 72^e, 96^e, 120^e, 144^e ou 168^e cycles de température.

La chute de tension ne doit en aucun cas dépasser 22,5 mV ou deux fois la valeur mesurée après le 24^e cycle, selon la valeur la plus petite.

Après cet essai, une vérification à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire doit montrer l'absence de modifications compromettant de manière évidente un usage ultérieur telles que des fissures, une déformation ou des modifications similaires.

De plus, l'essai de résistance mécanique conformément à 10.3.10 est répété et tous les spécimens doivent supporter cet essai.

10.3.12 Fiabilité mécanique

Les bornes sans vis doivent être conçues de telle sorte que le conducteur à âme massive rigide connecté reste serré, même lorsqu'il a été déformé lors d'une installation normale, par exemple pendant le montage dans un boîtier, et que la contrainte de déformation a été transférée à l'unité de serrage.

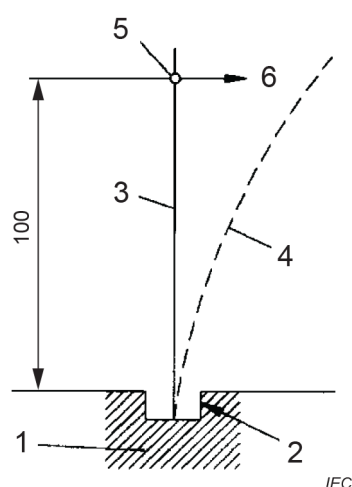
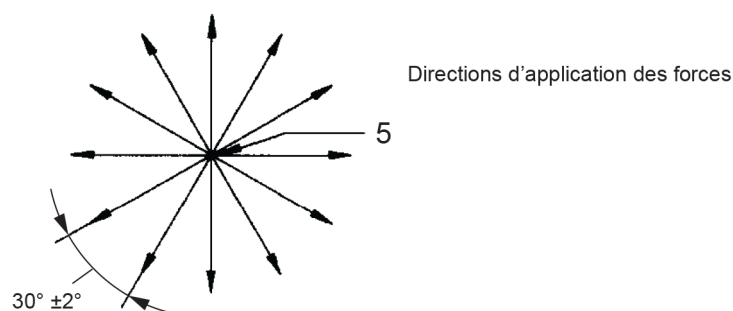
La vérification est effectuée par l'essai suivant, qui est effectué sur trois spécimens de LSE qui n'ont été utilisés pour aucun autre essai.

L'appareillage d'essai, dont le principe est indiqué à la Figure 12, doit être construit de telle manière que:

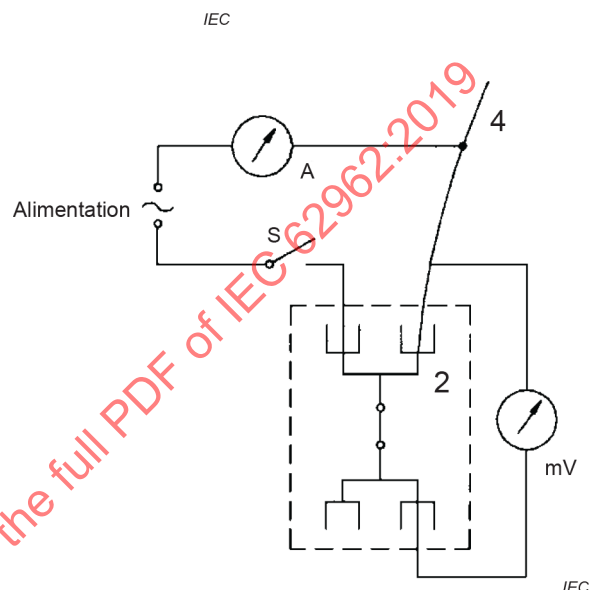
- un conducteur spécifié correctement inséré dans une borne peut être déformé dans l'une quelconque des 12 directions espacées entre elles de 30°, avec une tolérance par rapport à chaque direction de $\pm 5^\circ$;
- le point de départ peut différer du point d'origine de 10° et de 20°.

Un point de référence peut ne pas être spécifié.

Dimensions en millimètres



Principe de l'appareillage d'essai pour l'essai de déformation sur une borne sans vis



Exemple d'installation d'essai pour mesurer la chute de tension pendant un essai de déformation sur une borne sans vis

Légende

- A ampèremètre
- S interrupteur
- mV millivoltmètre
- 1 spécimen
- 2 unité de serrage soumise à essai
- 3 conducteur
- 4 conducteur déformé
- 5 point d'application de la force de déformation du conducteur
- 6 force de déformation (perpendiculaire au conducteur droit)

Figure 12 – Informations pour l'essai de déformation

La déformation du conducteur de sa position droite aux positions d'essai doit être effectuée à l'aide d'un dispositif approprié appliquant une force spécifique au conducteur à une certaine distance du terminal.

Le dispositif de déformation doit être conçu de telle manière que:

- la force soit appliquée dans la direction perpendiculaire au conducteur non déformé;

- la déformation est atteinte sans rotation ou déplacement du conducteur à l'intérieur de l'unité de serrage;
- la force reste appliquée pendant la réalisation de la mesure prescrite de la chute de tension.

Des dispositions doivent être prises pour que la chute de tension à travers l'unité de serrage soumise à essai puisse être mesurée lorsque le conducteur est connecté, comme indiqué par exemple dans la Figure 12.

Le spécimen est monté sur la partie fixe de l'appareillage d'essai de telle manière que le conducteur spécifié inséré dans l'unité de serrage soumise à essai puisse être déformé librement.

Pour empêcher l'oxydation, l'isolation du câble doit être enlevée immédiatement avant le début de l'essai.

NOTE 1 Si nécessaire, le conducteur inséré peut être plié de manière permanente autour des obstacles, de sorte que ceux-ci n'influencent pas les résultats de l'essai.

NOTE 2 Dans certains cas, à l'exception du cas d'un dispositif de guidage du conducteur, il peut être recommandé de déposer les parties des spécimens qui ne permettent pas la déformation du conducteur correspondante à la force à appliquer.

Une unité de serrage est installée comme pour un usage normal avec un conducteur en cuivre à âme massive rigide, présentant la plus petite section spécifiée dans le Tableau 19 et est soumise à une première séquence d'essai. La même unité de serrage est soumise à une seconde séquence d'essai utilisant le conducteur présentant la plus grande section spécifiée dans le Tableau 19, sauf si la première séquence d'essai a échoué.

Tableau 19 – Sections des conducteurs en cuivre à âme rigide pour l'essai de déformation des bornes sans vis

Courant assigné de la borne A	Section du conducteur d'essai mm ²	
	1 ^{re} séquence d'essai	2 ^{de} séquence d'essai
≤ 6	1,0 ^a	1,5
Supérieur à 6 et inférieur ou égal à 16	1,5	2,5

^a Uniquement pour les pays autorisant l'utilisation des conducteurs de 1,0 mm² dans les installations fixes.

La force pour la déformation du conducteur est spécifiée dans le Tableau 20, la distance de 100 mm étant mesurée de l'extrémité de la borne, y compris le dispositif de guidage, le cas échéant, pour le conducteur, au point d'application de la force sur le conducteur.

Tableau 20 – Forces d'essai de déformation

Section du conducteur d'essai mm ²	Force pour la déformation du conducteur d'essai ^a N
1,0	0,25
1,5	0,5
2,5	1,0

^a Les forces sont choisies de sorte qu'elles soumettent les conducteurs à une contrainte près de la limite d'élasticité. Valeurs basées sur le Tableau 104 de l'IEC 60998-2-2:2002.

L'essai est effectué avec du courant en continu (c'est-à-dire que le courant n'est pas coupé et rétabli pendant l'essai). Il convient d'utiliser une alimentation appropriée et d'insérer une résistance appropriée dans le circuit de sorte que les variations de courant soient maintenues à ± 5 % pendant l'essai.

Un courant d'essai égal au courant assigné de la borne traverse l'unité de serrage soumise à essai. Une force conformément au Tableau 20 est appliquée au conducteur d'essai inséré dans l'unité de serrage soumise à essai dans l'une des 12 directions indiquées dans la Figure 12 et la chute de tension à travers cette unité de serrage est mesurée. La force est alors supprimée.

La force est alors appliquée successivement dans chacune des 11 autres directions indiquées dans la Figure 12 selon le même mode opératoire d'essai.

Si, pour l'une quelconque des 12 directions d'essai, la chute de tension est supérieure à 25 mV, la force est maintenue dans cette direction jusqu'à ce que la chute de tension soit réduite à une valeur inférieure à 25 mV, mais pour une durée n'excédant pas 1 min. Une fois que la chute de tension a atteint une valeur inférieure à 25 mV, la force est maintenue dans la même direction pendant une durée supplémentaire de 30 s, pendant laquelle la chute de tension ne doit pas avoir augmenté.

Les deux autres spécimens de LSE de l'ensemble sont soumis à essai selon le même mode opératoire d'essai, mais en déplaçant les 12 directions de la force de sorte qu'elles diffèrent d'environ 10° pour chaque spécimen. Si un spécimen a échoué dans l'une des directions d'application de la force d'essai, les essais sont répétés sur un autre ensemble de spécimens, tous devant satisfaire aux essais répétés.

11 Exigences de construction

11.1 Généralités

Les LSE ne doivent pas provoquer de risque pour l'utilisateur ou l'environnement et leur utilisation doit être fiable.

La vérification est effectuée en réalisant tous les essais pertinents de l'Article 11, suivant le cas.

11.2 Exigences mécaniques pour les organes isolants

Les revêtements isolants, les barrières isolantes et les éléments similaires doivent présenter une résistance mécanique adéquate et doivent être fixés de façon fiable.

La vérification est effectuée par examen après les essais de l'Article 18.

11.3 Exigences relatives à l'installation

Les LSE doivent être construits pour permettre:

- un raccordement aisé et fiable des conducteurs dans les bornes;

NOTE 1 Les bornes à serrage sous tête de vis représentées de la Figure 6 à la Figure 10 sont considérées appropriées pour assurer un raccordement fiable des conducteurs.

- une installation aisée dans les enveloppes ou la fixation à un 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 un contact avec l'isolement du conducteur, dû à une installation incorrecte des parties métalliques de la borne.

Les LSE pour pose en saillie doivent être construits de telle sorte que les organes de fixation n'endommagent pas l'isolement des câbles pendant l'installation.

La vérification est effectuée par examen et par un essai d'installation, en utilisant des conducteurs de la plus grande section spécifiée, pour les plages de courants assignés pertinentes spécifiées dans le Tableau 1.

NOTE 3 Pour les LSE pour pose en saillie montés sur une plaque de montage, une goulotte peut être nécessaire pour satisfaire à cette exigence.

En outre, pour un LSE comprenant des bornes sans vis, les organes de connexion et/ou de déconnexion des bornes sans vis ne peuvent pas être actionnés par les conducteurs pendant et après l'installation.

NOTE 4 Cette exigence n'implique pas que les organes de connexion et/ou de déconnexion ne peuvent pas être touchés par les conducteurs.

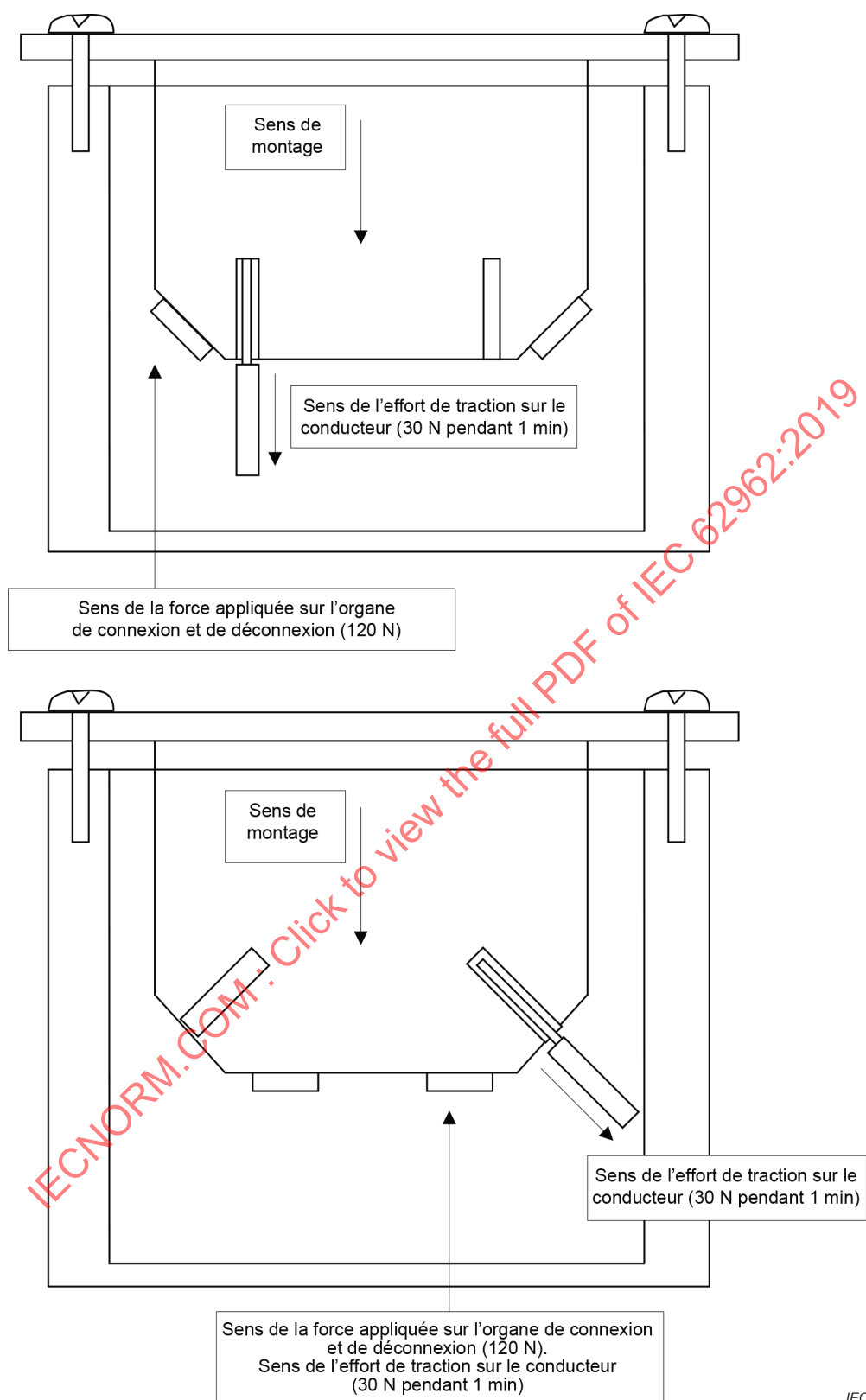
NOTE 5 Cette exigence peut être satisfaite en étudiant le placement des organes de connexion et/ou de déconnexion, et/ou en disposant des barrières ou épaulements de protection autour des organes de connexion et/ou de déconnexion.

La vérification est effectuée par examen et (en cas de doute) par l'essai suivant.

L'essai est réalisé avec un conducteur en cuivre à âme massive rigide, présentant la plus petite section spécifiée en 10.3.2.

Le conducteur est enfoncé aussi profondément que possible dans la borne soumise à essai, ou bien il est inséré de telle sorte que le raccordement adéquat soit évident.

Un calibre d'essai 1 selon l'IEC 61032:1997 est enfoncé contre l'organe de connexion ou de déconnexion en exerçant une force de 120 N dans le sens opposé au sens de montage, comme représenté dans la Figure 13.



IEC

Figure 13 – Détermination du sens des forces à appliquer

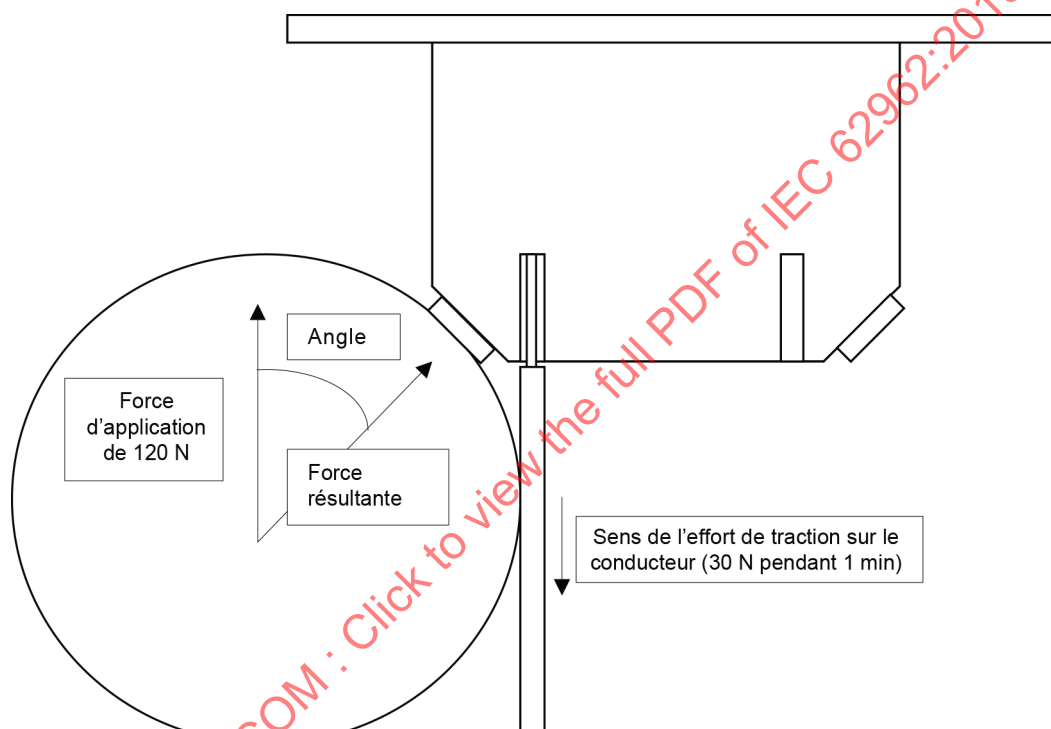
Pendant l'application de la force, le conducteur est soumis à un effort de traction de 30 N; cet effort étant appliqué selon un mouvement homogène et continu pendant 1 min, dans l'axe longitudinal du logement du conducteur.

Pendant l'application de l'effort de traction, le conducteur ne doit pas s'échapper de la borne sans vis.

La force de 120 N doit être appliquée avant que la force de 30 N ne soit appliquée. La force de 30 N est ensuite maintenue sur le conducteur pendant toute la durée de l'essai.

Des précautions doivent être prises pour s'assurer que le calibre d'essai ne touche pas le conducteur pendant l'application des forces.

Si l'axe de la force d'application forme un angle supérieur à 20° avec l'axe de la force nécessaire pour actionner les organes de connexion/déconnexion, il est autorisé d'exercer la force résultante calculée directement sur les organes de connexion/déconnexion à l'aide du calibre d'essai, comme représenté dans l'exemple de la Figure 14.



IEC

Figure 14 – Sens de l'effort de traction sur le conducteur (30 N pendant 1 min)

Si l'angle formé est supérieur à 60°, aucun essai n'est nécessaire et le produit est considéré comme satisfaisant aux exigences sans autre essai nécessaire.

S'il n'est pas possible d'exercer une force sur le dispositif de connexion/déconnexion, le produit est considéré comme satisfaisant aux exigences sans autre essai nécessaire.

11.4 Fixation des capots, plaques de recouvrement et organes de manœuvre

11.4.1 Généralités

Les capots, plaques de recouvrement et organes de manœuvre, ou une partie d'entre eux, qui sont destinés à assurer la protection contre les chocs électriques, doivent être maintenus en place en au moins deux points par une fixation efficace.

Les capots, plaques de recouvrement et organes de manœuvre, ou une partie d'entre eux, peuvent être fixés au moyen d'une fixation simple, par exemple une vis, sous réserve qu'ils soient maintenus en place par un autre moyen (par exemple un épaulement).

Il est recommandé que les fixations des capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre soient imperdables. L'emploi de rondelles serrantes en carton ou matière analogue est considéré comme une méthode appropriée pour maintenir en place les vis destinées à être imperdables.

NOTE Les parties métalliques non reliées à la terre, séparées des parties actives de telle sorte que les lignes de fuite et distances d'isolement présentent les valeurs spécifiées dans le Tableau 29, ne sont pas considérées comme étant accessibles si les exigences de 11.4 sont satisfaites.

Une vérification est effectuée conformément à 11.4.2, 11.4.3 ou 11.4.4.

11.4.2 Fixations basées sur des vis ou des rivets

Pour les capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre dont la fixation est à vis ou basée sur des rivets: la vérification est effectuée par examen uniquement.

11.4.3 Fixations qui peuvent être déposées en appliquant une force perpendiculaire aux surfaces

Pour les capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre dont la fixation ne dépend pas de vis ou de rivets, et dont la dépose s'effectue en appliquant une force dans un sens approximativement perpendiculaire à la surface de montage/la surface d'appui (voir Tableau 21):

- *lorsque leur dépose peut donner accès, avec le calibre d'essai B selon l'IEC 61032:1997, aux parties actives, la vérification est effectuée par les essais décrits en 18.3;*
- *lorsque leur dépose peut donner accès, avec le calibre d'essai B selon l'IEC 61032:1997, à des parties métalliques non reliées à la terre, séparées des parties actives de telle sorte que les lignes de fuite et distances d'isolement présentent les valeurs spécifiées dans le Tableau 29, la vérification est effectuée par les essais décrits en 18.4;*
- *lorsque leur dépose peut donner accès, avec le calibre d'essai B selon l'IEC 61032:1997, uniquement*
 - *à des parties isolantes;*
 - *à des parties métalliques reliées à la terre;*
 - *à des parties métalliques séparées des parties actives de telle sorte que les lignes de fuite et distances d'isolement présentent des valeurs deux fois supérieures à celles spécifiées dans le Tableau 29;*
 - *à des parties actives de circuits très basse tension de sécurité (TBTS) n'excédant pas 25 V c.a.,*

la vérification est effectuée par les essais décrits en 18.5.

Tableau 21 – Forces à appliquer sur les capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre dont la fixation ne dépend pas de vis

Accessibilité avec le doigt d'épreuve, après dépose des capots ou plaques de recouvrement, ou une partie d'entre eux	Essai réalisé conformément au paragraphe	Force à appliquer			
		N			
		LSE conforme à 18.6 et 18.7		LSE non conforme à 18.6 et 18.7	
		Force ne devant pas provoquer d'extraction	Force devant provoquer l'extraction	Force ne devant pas provoquer d'extraction	Force devant provoquer l'extraction
Parties actives	18.3	40	120	80	120
Parties métalliques non reliées à la terre séparées des parties actives selon des lignes de fuite conformes au Tableau 29	18.4	10	120	20	120
Parties isolantes, parties métalliques reliées à la terre, parties actives de circuits TBTS ≤ 25 V c.a. ou parties métalliques séparées des parties actives par des lignes de fuite et distances d'isolement deux fois supérieures à celles spécifiées dans l'Article 21	18.5	10	120	10	120

11.4.4 Fixations qui peuvent être déposées à l'aide d'un outil

Pour les capots, plaques de recouvrement ou organes de manœuvre dont la fixation ne dépend pas de vis ou de rivets, et dont la dépose s'effectue en utilisant un outil, conformément aux instructions du fabricant données dans une fiche d'instructions ou un catalogue:

La vérification est effectuée par les mêmes essais que ceux décrits en 11.4.3, sauf que les capots, plaques de recouvrement et organes de manœuvre, ou une partie d'entre eux, peuvent ne pas s'échapper de la borne lorsqu'une force n'excédant pas 120 N est appliquée perpendiculairement à la surface de montage/la surface d'appui.

11.5 Fixation des boutons

Les boutons et éléments similaires doivent être fixés solidement et de manière fiable, de telle sorte qu'ils ne prennent pas de jeu pendant leur utilisation normale, si ce jeu peut entraîner un danger. Si les boutons ou éléments similaires sont utilisés à des fins d'indication, il ne doit pas être possible de les placer dans une mauvaise position si ceci peut entraîner un danger.

La vérification est effectuée par examen et avec les essais suivants.

Lorsqu'il est possible d'appliquer un effort de traction axial dans le cadre d'une utilisation normale, un effort de traction axial doit être appliqué pendant 1 min, pour essayer d'arracher le bouton ou l'élément similaire.

La force de traction à appliquer est normalement de 15 N, mais si le bouton ou l'élément similaire est destiné à être tiré dans le cadre d'une utilisation normale, cette force de traction est portée à 30 N.

Si les boutons et éléments similaires sont de telle sorte qu'un effort de traction axial est susceptible d'être appliqué dans le cadre d'une utilisation normale, un effort de poussée axial de 30 N est alors appliqué pendant 1 min sur tous les boutons et éléments similaires.

Dans les cas où un effort de traction axial est peu susceptible d'être appliqué dans le cadre d'une utilisation normale, la force peut être réduite à 15 N.

Les boutons et éléments similaires doivent ensuite être actionnés 100 fois dans chaque sens et/ou position, suivant le cas et sans exercer de force exagérée.

Pendant et à l'issue de ces essais, le LSE ne doit présenter aucun dommage, et aucun bouton ou élément similaire ne doit avoir changé de position, de façon à entraîner la non-conformité au présent document.

NOTE Les matières de remplissage et les éléments similaires, autres que les résines monocomposants, ne sont pas considérés comme des éléments adéquats pour éviter le jeu.

11.6 Organes de montage

Les vis ou autres organes permettant de monter le LSE sur une surface ou dans une enveloppe doivent être facilement accessibles. Ces organes ne doivent pas servir un quelconque autre besoin de fixation.

La vérification est effectuée par examen.

11.7 Accessoires

Les accessoires combinés aux LSE, le cas échéant, doivent satisfaire à la norme pertinente les concernant.

12 Mécanismes et organes de manœuvre

12.1 Généralités

Quel que soit l'état du LSE (par exemple LSE en mode délestage ou non, LSE commandé à distance ou non), il doit toujours être possible:

- de connaître clairement l'état du LSE;
- de prendre la main sur un quelconque mode automatique ou commandé à distance, afin de commander manuellement le LSE en local, sauf pour les LSE commandés à distance (par exemple par l'EEMS) s'ils sont fournis avec un mode de fonctionnement de base.

L'état doit être clairement indiqué par des moyens dédiés appropriés, et il doit être fiable.

L'état du mode, pour les LSE en mode automatique et les LSE commandés à distance, doit également être fourni par le biais d'un indicateur local.

La vérification est effectuée par l'ensemble des essais suivants, suivant le cas, et par l'inspection des indicateurs d'état.

12.2 Indication de position

Le cas échéant, l'organe de manœuvre d'un LSE, lorsqu'il est libéré, doit automatiquement reprendre la position correspondant à celle des contacts mobiles.

La vérification est effectuée par examen et par un essai manuel.

12.3 Position de repos

Les LSE disposant de contacts mobiles doivent être construits de telle sorte que les contacts mobiles puissent arriver en repos uniquement en position "ON" (position de fermeture) et en position "OFF" (position d'ouverture).

La vérification est effectuée par examen et par des essais manuels.

NOTE Il n'est pas attendu des LSE qu'ils assurent la fonction d'isolement en position d'ouverture.

12.4 Fermeture et coupure

Si le pôle neutre est coupé, la coupure du pôle neutre des LSE tétrapolaires ne doit pas provoquer de fermeture après les autres pôles ni d'ouverture avant les autres pôles.

La vérification est effectuée par examen visuel et par un essai manuel, en employant un quelconque moyen approprié (par exemple indicateurs lumineux, oscilloscope, etc.).

12.5 Fonctionnement du mécanisme sans capot ni plaque de recouvrement

Le fonctionnement du mécanisme ne doit pas être influencé par la position des enveloppes ou des capots et doit être indépendant d'une quelconque partie amovible.

NOTE 1 Dans certaines constructions, l'organe de manœuvre peut constituer le capot.

La vérification est effectuée en connectant le spécimen, dénué de capot ou de plaque de recouvrement, en série avec une lampe, et en actionnant l'organe de manœuvre sans exercer de force exagérée, conformément à une utilisation normale.

Pendant l'essai, la lampe ne doit pas présenter de papillotement.

NOTE 2 Un capot scellé en place par le fabricant est considéré comme une partie non amovible.

12.6 Fixation et dépose des organes de manœuvre

Si le capot est utilisé comme organe de guidage pour les boutons-poussoirs ou éléments similaires, il ne doit pas être possible de les enlever depuis l'extérieur du LSE.

Les organes de manœuvre doivent être solidement fixés et il ne doit pas être possible de les retirer sans l'aide d'un outil. Les organes de manœuvre directement fixés aux capots sont autorisés.

La vérification est effectuée par examen et par un essai manuel.

12.7 Verrouillage

Si des organes mécaniques sont fournis ou spécifiés par le fabricant pour verrouiller les organes de manœuvre en position d'ouverture, le verrouillage dans cette position ne doit être possible que si les contacts principaux sont en position d'ouverture.

La vérification est effectuée par examen, en prenant en considération les instructions du fabricant.

12.8 Indicateurs d'état

L'état du mode du LSE doit être clairement indiqué par des moyens appropriés et fiables.

La vérification de l'exactitude des indications de tels moyens est effectuée comme suit:

- pendant les essais de l'Article 16: pendant au minimum 10 manœuvres au début et à la fin des essais;
- à la fin des essais décrits en 17.2: la vérification de l'exactitude des indications est effectuée en réalisant 2 manœuvres supplémentaires;
- pendant les essais décrits en 17.1.2, 17.1.3, 17.1.4: la vérification de l'exactitude des indications est effectuée pour chaque manœuvre et chaque configuration;

- conformément à 17.1.5, suivant le cas.

13 Résistance au vieillissement et à l'humidité

13.1 Résistance au vieillissement

Les LSE doivent être résistants au vieillissement.

Les parties destinées uniquement à des fins décoratives, telles que certains couvercles, doivent être déposées si possible et ces parties ne sont pas soumises à essai.

La vérification est effectuée par l'essai suivant.

Les spécimens, montés conformément à une utilisation normale, sont soumis à essai dans une étuve avec une atmosphère présentant la composition et la pression de l'air ambiant, et ventilée par circulation naturelle.

La température dans l'étuve est de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Les spécimens sont maintenus dans l'étuve pendant 7 jours (168 h).

Il est recommandé d'utiliser une étuve électrique.

La circulation naturelle peut être assurée par des trous dans la paroi de l'étuve.

Après le traitement, les spécimens sont retirés de l'étuve et conservés à température ambiante et à une humidité relative de 45 % à 55 % pendant au moins 4 jours (96 h).

Les spécimens ne doivent présenter aucune craquelure visible à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire, et le matériau ne doit pas être devenu collant ou gras, cette dernière condition étant estimée comme suit:

- l'index étant enroulé dans un morceau de tissu brut et sec, une force de 5 N est appliquée sur le spécimen;
- le tissu ne doit laisser aucune trace sur le spécimen et le matériau du spécimen ne doit pas coller au tissu;
- après l'essai, les spécimens ne doivent pas présenter de dommage conduisant à la non-conformité au présent document.

NOTE La force de 5 N peut être obtenue de la manière suivante: le spécimen est placé sur un des plateaux d'une balance tandis que l'autre plateau est chargé avec une masse égale à la masse du spécimen plus 500 g. L'équilibre de la balance est ensuite rétabli en exerçant une pression verticale sur le spécimen avec l'index enroulé dans un morceau de tissu brut et sec.

13.2 Résistance à l'humidité

Les LSE doivent être étanches à l'humidité pouvant être rencontrée dans le cadre d'une utilisation normale.

La vérification est effectuée par l'épreuve hygroscopique décrite en 13.2, suivie de l'essai spécifié à l'Article 14.

Les entrées de câbles, le cas échéant, sont laissées ouvertes; s'il existe des entrées défonçables, l'une d'elles est défoncée.

Les parties qui peuvent être déposées sans l'aide d'un outil sont retirées et soumises à l'épreuve hygroscopique avec la partie principale, les couvercles faisant ressort sont ouverts pendant cette épreuve.

L'épreuve hygroscopique est effectuée dans une enceinte humide contenant de l'air présentant une humidité relative maintenue entre 91 % et 95 %.

La température de l'air auquel les spécimens sont exposés est maintenue à ± 1 °C d'une quelconque valeur convenable de température, T , comprise entre 20 °C et 30 °C.

Avant d'être placés dans l'enceinte humide, les spécimens sont amenés à une température comprise entre la température T et $T + 4$ °C.

Les spécimens sont maintenus dans l'enceinte pendant deux jours (48 h).

NOTE Une humidité relative comprise entre 91 % et 95 % peut être obtenue en plaçant dans l'enceinte humide une solution saturée de sulfate de sodium (Na_2SO_4) ou de nitrate de potassium (KNO_3) dans de l'eau, avec une surface de contact avec l'air suffisamment grande.

Après ce traitement, les échantillons ne doivent présenter aucun dommage susceptible d'entraîner une non-conformité au présent document.

14 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique

14.1 Généralités

La résistance d'isolement et la rigidité diélectrique d'un LSE doivent être adéquates.

La vérification est effectuée avec les essais suivants de l'Article 14.

Ils sont réalisés après les essais décrits en 13.2, dans l'enceinte humide ou dans la pièce dans laquelle les spécimens ont été portés à la température prescrite, après remontage des parties pouvant être déposées sans l'aide d'un outil et qui avaient été déposées pour l'essai.

Les essais sont réalisés consécutivement sur les mêmes spécimens.

14.2 Résistance d'isolement du circuit principal

Après un délai compris entre 30 min et 60 min suivant l'épreuve hygroscopique décrite en 13.2, la résistance d'isolement est mesurée avec une tension continue d'environ 500 V, la mesure étant effectuée 5 s après l'application de la tension, consécutivement et dans l'ordre suivant:

- a) avec le spécimen en position de fermeture (position ON), entre chaque pôle et tous les autres pôles reliés les uns aux autres et à la masse (Tableau 22, élément 1);

NOTE 1 Les composants électroniques peuvent être déconnectés pour cet essai.

- b) avec le spécimen en position fermée (position ON) entre tous les pôles reliés les uns aux autres et à la masse, y compris une feuille métallique ou une partie en contact avec la surface extérieure de l'enveloppe du matériau isolant, mais avec les zones des bornes laissées complètement libres pour éviter la production d'amorçage entre les bornes et la feuille métallique (Tableau 22, élément 2);
- c) avec le spécimen en position ouverte (position OFF), entre chaque paire de bornes qui sont reliées électriquement les unes aux autres lorsque les contacts du LSE sont en position de fermeture, tour à tour sur chaque pôle (Tableau 22, élément 3);
- d) entre les parties métalliques du mécanisme, si elles sont isolées des parties actives, et les autres parties (Tableau 22, élément 4);

NOTE 2 Un accès aux parties métalliques du mécanisme peut être spécifiquement prévu pour cette mesure.

- e) pour les LSE sous enveloppe métallique avec revêtement intérieur en matériau isolant: entre la masse et une feuille de métal en contact avec la surface intérieure du revêtement intérieur en matériau isolant, y compris les manchons et les dispositifs similaires (Tableau 22, élément 5).

Les mesures a), b) et c) sont effectuées après avoir connecté tous les circuits auxiliaires et de commande à la masse.

Le terme "masse" comprend:

- toutes les parties métalliques accessibles et une feuille métallique en contact avec la surface extérieure des parties externes accessibles en matériau isolant, qui sont accessibles après installation conformément à une utilisation normale;
- les châssis métalliques soutenant la base des interrupteurs à pose encastrée;
- la surface sur laquelle la base du spécimen est montée, revêtue si nécessaire d'une feuille métallique;
- les vis de fixation et les autres dispositifs permettant de fixer les parties principales, les bases, les capots et plaques de recouvrement, les vis d'assemblage externes, les bornes de terre et une quelconque partie métallique du mécanisme, si son isolation des parties actives est exigée.

Pour les mesures avec une feuille métallique, Tableau 22, la feuille métallique est appliquée de telle sorte que la matière de remplissage soit effectivement soumise à essai.

L'essai réalisé conformément à l'élément 5 du Tableau 22 n'est réalisé que si un quelconque revêtement isolant est nécessaire pour assurer l'isolement.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure aux valeurs données dans le Tableau 22.

Lorsque la feuille métallique est enroulée autour de la surface extérieure ou bien placée en contact de la surface intérieure des parties en matériau isolant, elle est pressée contre les trous ou rainures sans exercer une quelconque force appréciable, à l'aide du doigt d'épreuve normalisé (calibre d'essai 11 selon l'IEC 61032:1997).

14.3 Rigidité diélectrique des circuits principaux

Après que le spécimen a passé les essais décrits en 14.2, l'isolement des parties indiquées en 14.2 est soumis pendant 1 min à une tension de forme sensiblement sinusoïdale, présentant une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

Les essais sont réalisés consécutivement aux tensions d'essai et points d'application décrits dans le Tableau 22.

Une tension ne dépassant pas la moitié de la tension prescrite est d'abord appliquée, puis elle est augmentée rapidement, en moins de 5 s, à la pleine valeur.

Le transformateur à haute tension utilisé pour l'essai doit être conçu de la manière suivante. 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 soit 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 précision de $\pm 3\%$.

Il ne doit se produire ni amorçage ni claquage pendant l'essai.

Il n'est pas tenu compte des décharges lumineuses qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

NOTE Dans le pays suivant, l'essai de l'élément 8 du Tableau 22 est réalisé entre les parties actives et les boutons métalliques, les boutons-poussoirs et la feuille métallique en contact avec la surface extérieure des parties externes accessibles et les clés de manœuvre en matériau isolant: Autriche.

Tableau 22 – Tension d'essai, points d'application et valeurs minimales de résistance d'isolement pour la vérification de la rigidité diélectrique

Isolement à soumettre à essai		Valeur minimale de la résistance d'isolement MΩ	Tension d'essai V	
			Commutateurs présentant une tension assignée inférieure ou égale à 130 V	Commutateurs présentant une tension assignée supérieure à 130 V
1	Entre chaque pôle et tous les autres pôles reliés à la masse, avec le commutateur en position "ON"	2	1 250	2 000
2	Entre tous les pôles reliés les uns aux autres et la masse, avec le commutateur en position "ON"	5	1 250	2 000
3	Entre les bornes qui sont reliées électriquement les unes aux autres lorsque le commutateur est en position "ON", le commutateur étant en position "OFF": – distance normale/faible distance d'ouverture des contacts; – microdistance d'ouverture des contacts; – dispositifs de coupure à semiconducteurs	2 2 c	1 250 500 ^a c	2 000 1 250 ^b c
4	Entre les parties métalliques du mécanisme, lorsqu'elles sont isolées des parties actives, et: – les parties actives; – la feuille métallique en contact avec la surface du bouton ou un organe de manœuvre similaire; – les parties métalliques accessibles de la partie principale, comprenant les vis de fixation, si un isolement est exigé	5 5 5	1 250 1 250 1 250	2 000 2 000 2 000
5	Entre une quelconque enveloppe métallique et la feuille métallique en contact avec la surface intérieure de son revêtement isolant, le cas échéant ^d	5	1 250	2 000
6	Entre les parties actives et les parties métalliques accessibles, si les parties métalliques du mécanisme ne sont pas isolées des parties actives	e	2 000	3 000
7	Entre les parties actives et les parties du mécanisme, si ces dernières ne sont pas isolées des parties métalliques accessibles	e	2 000	3 000
8	Entre les parties actives et les boutons métalliques, boutons-poussoirs et éléments similaires	e	2 500	4 000
9	Entre: – le ou les circuits principaux et le ou les circuits de commande, – le ou les circuits principaux et les circuits auxiliaires, si le ou les circuits de commande et les circuits auxiliaires sont séparés électriquement du ou des circuits principaux	2 2	Voir Tableau 23 Voir Tableau 23	Voir Tableau 23 Voir Tableau 23
10	Entre le ou les circuits TBTS/de très basse tension de protection (TBTP) et le ou les autres circuits présentant une tension supérieure à la TBTS/TBTP	2	2 500	3 750
11	Entre deux circuits TBTS/TBTP	2	500	500

- a Cette valeur s'applique également à l'essai de rigidité diélectrique après un fonctionnement normal.
- b Pour les commutateurs présentant une tension assignée inférieure ou égale à 250 V, cette valeur est réduite à:
 - 750 V pour l'essai de rigidité diélectrique après l'essai de résistance à l'humidité;
 - 500 V pour l'essai de rigidité diélectrique après un fonctionnement normal.
- c Les essais portant sur la vérification de la position "off" des dispositifs de coupure à semiconducteurs selon l'élément 3 sont à l'étude.
- d Cet essai n'est réalisé que si un quelconque isolement est nécessaire.
- e Des mesures de la résistance d'isolement ne sont pas exigées pour les éléments 6, 7 et 8 conformément à 14.2.

14.4 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique des autres circuits

La résistance d'isolement et la rigidité diélectrique doivent être vérifiées conformément aux éléments a) et b).

Les mesures de résistance d'isolement et les essais de rigidité diélectrique pour les circuits auxiliaires sont réalisés immédiatement après la mesure de la résistance d'isolement et les essais de rigidité diélectrique du circuit principal, dans les conditions données ci-après.

- a) Les mesures de résistance d'isolement sont effectuées à une tension d'environ 500 V c.c.:
 - entre les circuits auxiliaires et les circuits de commande reliés l'un à l'autre et à la masse (élément 9 du Tableau 22);
 - entre chaque partie des circuits auxiliaires susceptible d'être isolée des autres parties en fonctionnement normal et le reste des autres parties raccordées les unes aux autres (élément 9 du Tableau 22).

Après que cette tension a été appliquée pendant 1 min, la résistance d'isolement est mesurée. Les valeurs mesurées ne doivent pas être inférieures aux valeurs déclarées dans le Tableau 22 pour l'élément 9.

- b) Pour les mesures de résistance diélectrique, une tension sensiblement sinusoïdale, à la fréquence assignée, est appliquée pendant 1 min entre les parties énumérées ci-dessus en a).

Les valeurs de tension à appliquer sont spécifiées dans le Tableau 23.

Au début de l'essai, la tension ne doit pas dépasser la moitié de la valeur spécifiée. Elle est ensuite augmentée de façon continue jusqu'à sa pleine valeur en un temps pas inférieur à 5 s ni supérieur à 20 s.

Pendant l'essai, aucune perforation ni aucun amorçage ne doit apparaître.

- c) Pour les circuits TBTS/TBTP, les mesures des éléments 10 et 11 du Tableau 22 sont appliquées entre les parties de la même manière qu'exprimé sous a) et b) de la manière suivante:
 - mesures de la résistance d'isolement: après qu'une tension de 500 V c.c. a été appliquée pendant 1 min, la résistance d'isolement est mesurée. Les valeurs mesurées ne doivent pas être inférieures aux valeurs du Tableau 22;
 - mesures de la résistance diélectrique: des essais diélectriques sont effectués comme indiqué en b), mais avec des valeurs de tension conformes au Tableau 22.

Tableau 23 – Tensions d'essai des circuits auxiliaires

Tension assignée des circuits auxiliaires (alternative ou continue)		Tension d'essai V
Supérieure à	Inférieure ou égale à	
0	30	600
30	50	1 000
50	110	1 500
110	250	2 000
250	500	2 500

NOTE 1 Les décharges qui ne correspondent pas à une chute de tension ne sont pas retenues.

NOTE 2 Dans le cas de LSE où un circuit n'est pas accessible, les essais peuvent être réalisés sur des échantillons spécialement préparés par le fabricant.

14.5 Vérification des tensions de tenue aux chocs (à travers les distances d'isolement et les isollements solides)

14.5.1 Mode opératoire d'essai général

Les ondes de choc sont délivrées par un générateur produisant des ondes de choc positives et négatives ayant un temps de montée de 1,2 μ s, et un temps jusqu'à la mi-valeur de 50 μ s, les tolérances étant les suivantes:

- ± 5 % pour la valeur de crête,
- ± 30 % pour le temps de montée,
- ± 20 % pour le temps jusqu'à la mi-valeur.

Pour chaque essai, cinq ondes de choc positives et cinq ondes de choc négatives sont appliquées, l'intervalle entre les ondes consécutives étant d'au moins 1 s pour les ondes de même polarité et d'au moins 10 s pour les ondes de polarité différente.

Lorsque l'essai de tension de tenue aux chocs est réalisé sur le spécimen complet, l'atténuation ou l'amplification de la tension d'essai doit être prise en compte. Il est nécessaire de s'assurer que la valeur exigée de la tension d'essai est appliquée aux bornes de l'équipement soumis à essai.

L'impédance d'onde de l'appareil d'essai doit avoir une valeur nominale de 500 Ω .

En 14.5.2, pour la vérification des distances d'isolement, sur un spécimen complet, un générateur avec une très faible impédance de sortie du générateur est nécessaire pour l'essai. A cet effet, un générateur hybride avec une impédance virtuelle de 2 Ω est approprié si les composants internes ne sont pas déconnectés avant l'essai. Cependant, dans tous les cas, une mesure de la tension d'essai correcte directement à la distance d'isolement est exigée.

La forme des ondes de choc est ajustée avec le spécimen soumis à essai connecté au générateur d'ondes de choc. A cet effet, des diviseurs de tension appropriés et des détecteurs de tension doivent être utilisés.

De petites oscillations sont admises dans les ondes de choc sous réserve que leur amplitude près de la valeur de crête de l'onde de choc soit inférieure à 5 % de la valeur de crête.

Pour les oscillations de la première moitié du front, des amplitudes allant jusqu'à 10 % de la valeur de crête sont admises.

Aucune décharge disruptive (amorçage, contournement ou perforation) ne doit se produire pendant l'essai.

Les décharges partielles dans les distances d'isolement n'entraînant pas de claquage ne sont pas retenues.

NOTE L'utilisation d'un oscilloscope peut être nécessaire pour observer la tension de tenue aux chocs afin de détecter les décharges disruptives.

14.5.2 Vérification des distances d'isolement avec les essais de tension de tenue aux chocs

Cet essai s'applique si la mesure des distances d'isolement des éléments 2 et 4 du Tableau 29, et les dispositions données en 14.2 montrent une réduction de la longueur exigée. Cet essai est réalisé immédiatement après la mesure de la résistance d'isolement décrite en 14.4.

NOTE 1 La mesure des distances d'isolement peut être remplacée par le présent essai.

L'essai est réalisé sur un spécimen fixé sur un support métallique et à l'état normal (pas de délestage, position de fermeture).

Les valeurs de la tension d'essai de tenue aux chocs doivent être choisies dans le Tableau 24 selon la tension assignée de tenue aux chocs du LSE donnée dans le Tableau 2. Ces valeurs sont corrigées pour tenir compte de la pression barométrique et/ou de l'altitude à laquelle les essais sont réalisés, conformément au Tableau 24.

Une première série d'essais est réalisée en appliquant la tension de tenue aux chocs entre:

- le ou les pôles de phase et le pôle (ou voie de courant) du neutre connectés les uns aux autres;
- le support métallique raccordé à la ou aux bornes destinées au(x) conducteur(s) de protection, le cas échéant.

Une deuxième série d'essais est réalisée en appliquant la tension de tenue aux chocs entre:

- le ou les pôles de phase connectés les uns aux autres;
- le pôle du neutre.

Une troisième série d'essais est réalisée en appliquant la tension de tenue aux chocs entre les dispositions données en 14.2 et 14.4 a), qui n'ont pas été soumises à essai durant les deux premières séquences décrites ci-dessus.

Il ne doit y avoir aucune décharge disruptive. Si, toutefois, une seule décharge disruptive se produit, dix ondes de choc supplémentaires ayant la même polarité que celle qui a causé la décharge disruptive sont appliquées, les connexions étant les mêmes que celles avec lesquelles le défaut est apparu. Aucune autre décharge disruptive ne doit apparaître.

NOTE 2 L'expression "décharge disruptive involontaire" est utilisée pour couvrir les phénomènes associés au défaut d'isolement sous contrainte électrique, incluant une chute de tension et le passage du courant.

Tableau 24 – Tension d'essai pour la vérification de la tension de tenue aux chocs

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tensions d'essai en fonction de l'altitude $U_{1,2/50}$ crête kV				
	Niveau de la mer	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

15 Echauffement

15.1 Généralités

Les LSE doivent être construits de façon à ne pas entraîner d'échauffement excessif dans le cadre d'une utilisation normale.

Les parties métalliques et la conception des contacts ne doivent pas être affectées défavorablement par l'oxydation ou toute autre détérioration.

NOTE La corrosion n'est pas concernée.

La vérification est effectuée par les essais de l'Article 15.

15.2 Montage d'essai

Pour ces essais, le délestage doit être impossible. Les commandes de délestage peuvent donc être désactivées.

Les LSE sont montés verticalement, conformément à une utilisation normale, équipés de conducteurs en cuivre à âme rigide et isolement PVC, comme spécifié dans le Tableau 25, les vis ou écrous des bornes étant serrés selon un couple égal aux deux tiers de celui spécifié dans le Tableau 14.

Tableau 25 – Courants d'essai d'échauffement et sections des conducteurs en cuivre

Courant assigné A	Courant d'essai A	Section nominale des conducteurs 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

Courant assigné A	Courant d'essai A	Section nominale des conducteurs mm ²
63	75	25
80	96	25
125	150	35

Les LSE pour pose encastrée sont montés dans des boîtiers d'encastrement. Le boîtier est placé dans une pièce de bois en pin, dont la cavité autour du boîtier est remplie de plâtre de sorte que la face avant du boîtier ne dépasse pas de la surface de la pièce de bois en pin, et qu'elle ne s'en situe pas à plus de 5 mm en dessous.

La taille de la pièce de bois en pin, qui peut être fabriquée à partir de plusieurs morceaux, doit être telle qu'il y ait au moins 25 mm de bois autour du plâtre, le plâtre ayant une épaisseur comprise entre 10 mm et 15 mm autour des dimensions maximales des côtés et de l'arrière du boîtier.

La cavité dans la pièce de bois en pin peut présenter une forme cylindrique.

Il convient que le montage d'essai soit laissé à sécher pendant au moins 7 jours suivant sa fabrication.

Les LSE pour pose en saillie doivent être montés au centre d'une pièce de bois qui doit faire au moins 20 mm d'épaisseur, 500 mm de largeur et 500 mm de hauteur.

Les autres types de LSE doivent être montés conformément aux instructions du fabricant ou, en l'absence de telles instructions, dans la position conforme à une utilisation normale considérée comme représentant la condition la plus pénible.

Les câbles connectés au LSE doivent pénétrer par le haut du boîtier, le ou les points d'entrée étant calfeutrés pour éviter la circulation d'air. La longueur de chaque conducteur au sein du boîtier doit être de 80 mm $\pm$ 10 mm.

Pour assurer le refroidissement normal des bornes, tous les conducteurs qui y sont raccordés doivent présenter une longueur d'au moins 1 m.

NOTE Les conducteurs à âme rigide peuvent être de type à âme massive ou divisée, suivant le cas.

Pour l'essai, le montage d'essai doit être placé dans un environnement exempt de courant d'air.

15.3 Mode opératoire d'essai

L'entrée du LSE et ses sorties doivent être soumises à essai dans les conditions de charge suivantes.

Des essais sont effectués avec des courants de charge alternatifs ajustés conformément au Tableau 25 et appliqués pendant au moins 1 h et jusqu'à atteindre la stabilité thermique. La stabilité thermique signifie que l'échauffement ne dépasse pas 1 K/h.

La tension est définie à 1,1 fois la tension assignée du LSE.

– Premier essai: cet essai vise à soumettre à essai l'entrée du LSE.

L'entrée doit être chargée avec un courant d'essai tel que défini dans le Tableau 25 sur la base du courant assigné de l'entrée. Le courant d'essai doit être divisé proportionnellement à la caractéristique assignée des sorties.

- Second essai: cet essai vise à soumettre à essai les sorties du LSE.

Chaque circuit de sortie doit être soumis à essai individuellement avec un courant d'essai tel que défini dans le Tableau 25 sur la base de son courant assigné. Lors de l'essai d'un circuit avec le courant d'essai, tous les autres circuits de sortie doivent être chargés proportionnellement pour atteindre le courant assigné du LSE.

Les courants d'essai pour les LSE ayant d'autres courants assignés sont déterminés par interpolation entre la caractéristique assignée immédiatement inférieure et celle immédiatement supérieure.

La température est déterminée au moyen de thermocouples, positionnés de telle sorte qu'ils ont un effet négligeable sur la température à déterminer.

L'échauffement des différentes parties du LSE est défini et mesuré conformément au Tableau 26.

L'échauffement ne doit pas dépasser les valeurs de la colonne du Tableau 26 concernant l'Article 15.

Pendant l'essai d'échauffement, la température nécessaire pour réaliser les essais donnés en 19.4 (essai à la bille) doit être déterminée.

NOTE L'oxydation exagérée des contacts peut être évitée en utilisant des contacts glissants, ou des contacts en argent ou plaqués en argent.

**Tableau 26 – Valeurs d'échauffement autorisées
(basé sur le Tableau 3 de l'IEC 60065:2001)**

Parties du LSE	Echauffement autorisé K	
	Article 15	Article 26
Parties externes		
Parties métalliques Boutons, poignées, surfaces sensibles, etc.	40	75
Enveloppe ^a	50	75
Parties non métalliques Boutons, poignées, surfaces sensibles, etc. ^b	60	75
Enveloppe ^{a b}	70	75
Intérieur des enveloppes en matériau isolant	^c	^c
Bobinages ^d		
Classe A	75	115
Classe E	90	130
Classe B	95	140
Classe F	115	155
Classe H	140	175
Classe 200	160	195
Classe 220	180	215
Classe 250	210	245
Tôles magnétiques	Comme pour les bobinages concernés	Comme pour les bobinages concernés
Cordons et fils de raccordement à l'alimentation: Isolés au polychlorure de vinyle ordinaire ^h		
Sans contrainte mécanique	70	110
Avec contrainte mécanique	55	110
Isolés au caoutchouc naturel	55	110

Parties du LSE	Echauffement autorisé K	
	Article 15	Article 26
Autres isolants ^{d g} sauf thermoplastiques		
Papier non imprégné	65	80
Carton non imprégné	70	90
Coton, soie, papier et textile imprégnés, résines uréiques	80	100
Stratifiés avec des résines phénolformaldéhydes, phénolformaldéhydes moulés avec charges cellulosiques	95	120
Phénolformaldéhydes moulés avec charges minérales	105	140
Stratifiés avec résines époxydes	130	160
Caoutchouc naturel	55	110
Matériaux thermoplastiques ^e	f	f
Bornes et parties qui peuvent entrer en contact avec l'isolant du câble après installation	55	110
Les valeurs des échauffements sont basées sur une température ambiante de 25 °C, mais les mesures sont faites dans des conditions de fonctionnement normales. ^a Pour les surfaces non supérieures à 5 cm² et qui ne sont pas susceptibles d'être touchées en utilisation normale, des échauffements jusqu'à 75 K sont autorisés dans les conditions de fonctionnement normales. ^b Si ces échauffements sont supérieurs à ceux autorisés pour la classe du matériau isolant correspondant, la nature du matériau est le facteur déterminant. ^c Les échauffements admissibles à l'intérieur des enveloppes en matériau isolant sont ceux indiqués pour les matériaux correspondants. ^d Dans le cadre du présent document, les échauffements admissibles sont fondés sur les recommandations de l'IEC 60085. Les matériaux cités ci-dessus ne sont mentionnés qu'à titre d'exemple. Si des matériaux autres que ceux de la liste de l'IEC 60085 sont utilisés, il ne faut pas que les températures maximales dépassent celles qui ont été reconnues satisfaisantes. ^e Les caoutchoucs naturels et synthétiques ne sont pas considérés comme étant des matériaux thermoplastiques. ^f Par suite de leur grande variété, il n'est pas possible de spécifier des échauffements autorisés pour les matériaux thermoplastiques. Tant que ce sujet est à l'étude, la méthode suivante doit être utilisée: a) La température de ramollissement du matériau est déterminée sur un échantillon séparé, dans les conditions spécifiées dans l'ISO 306, modifiée comme suit: – la profondeur de pénétration est 0,1 mm; – la poussée totale de 10 N est appliquée avant que le cadran du calibre soit mis à zéro ou que la lecture initiale soit notée. b) Les limites de température à considérer pour déterminer les échauffements sont: – dans des conditions de fonctionnement normales, une température de 10 °C inférieure à la température de ramollissement obtenue en a); – dans des conditions de fonctionnement défectueux, la température de ramollissement elle-même. ^g Le tableau ne s'applique pas aux composants conformes aux normes correspondantes de l'IEC. ^h La possibilité d'augmenter ces valeurs pour les fils et câbles isolés au polychlorure de vinyle résistant à la chaleur est à l'étude.		

16 Pouvoir de fermeture et de coupure

Les LSE doivent présenter un pouvoir adéquat de fermeture et de coupure.

La vérification est effectuée par l'essai suivant.

Les spécimens sont montés à la verticale, conformément à une utilisation normale.

Les sorties sont soumises à essai à 1,1 fois la tension assignée et 1,25 fois leur courant assigné.

Elles sont soumises à 200 manœuvres exercées à un rythme uniforme, conformément aux instructions du fabricant.

Pour ces essais, les commandes de délestage peuvent être désactivées et la commutation peut être surveillée par d'autres moyens.

Les LSE sont soumis à essai en utilisant un courant alternatif ($\cos \varphi = 0,6 \pm 0,05$).

Le support métallique sur lequel est monté le LSE, le cas échéant, et les parties métalliques accessibles de l'interrupteur, le cas échéant, doivent être reliés à la terre par l'intermédiaire d'un fil fusible, qui ne doit pas fondre pendant l'essai. L'élément fusible doit consister en un brin en cuivre de 0,1 mm de diamètre et d'au moins 50 mm de longueur.

Aucun arc électrique soutenu ne doit se former pendant l'essai.

Après l'essai, les spécimens ne doivent présenter aucun signe de dommage pouvant en affecter l'utilisation.

17 Fonctionnement normal

17.1 Essais fonctionnels: déconnexion et refermeture

17.1.1 Généralités

Le LSE doit être en mesure de déconnecter ses sorties conformément aux critères de temps et de courant (puissance) décrits en 6.2 (6.3 pour la puissance) et à sa classe telle qu'elle est déclarée par le fabricant.

Après la déconnexion, le LSE doit être en mesure de reconnecter ses sorties conformément aux critères de temps décrits en 6.2.4 (et en 6.4 pour les manœuvres successives de refermeture si les séquences de délestage sont déclarées), et la classe de délestage telle qu'elle est déclarée par le fabricant. Toutes les sorties non prioritaires doivent être soumises à essai.

La vérification est effectuée par les essais décrits dans les paragraphes suivants:

- paragraphe 17.1.2 pour les essais de déconnexion;
- paragraphe 17.1.3 pour les essais de refermeture;

et par les essais décrits dans les paragraphes suivants, si déclaré par le fabricant et suivant le cas:

- paragraphe 17.1.4 pour les essais de séquence de délestage;
- paragraphe 17.1.5 pour les LSE commandés à distance (par exemple par un EEMS).

Dès lors que cela est nécessaire, les charges sont partagées entre toutes les sorties afin de soumettre à essai la déconnexion et la refermeture de toutes les sorties.

Pour les LSE en mesure de surveiller la puissance, des essais conformes à 17.1.2 et 17.1.3 sont menés:

- une première fois avec la tension réglée à sa valeur minimale;
- une deuxième fois avec la tension réglée à sa valeur maximale;

dans les deux cas avec le courant réglé à une valeur égale au rapport P/U.

Pour les LSE avec des caractéristiques assignées différentes, ces essais doivent être répétés sur le même ensemble de spécimens pour chaque caractéristique assignée telle que déclarée par le fabricant ou, au moins, conformément aux conditions suivantes dans le cas de caractéristiques assignées de courant (puissance) différentes:

- valeurs inférieure et supérieure de courant (puissance); et
- au moins une valeur intermédiaire (trois valeurs intermédiaires si plus de dix caractéristiques assignées différentes) qui peuvent être choisies aléatoirement ou comme convenu avec le fabricant.

Pour les LSE combinés pour lesquels différentes unités de détection ou de mesure peuvent être définies par le fabricant, les essais doivent être répétés:

- avec chaque unité de détection ou de mesure telle que déclarée par le fabricant, les autres unités restant inchangées; ou
- au moins de la manière suivante: si plus de trois configurations sont déclarées, les configurations d'unité de détection ou de mesure à soumettre à essai peuvent être choisies aléatoirement (ou comme convenu avec le fabricant), mais doivent être représentatives de la configuration la plus pénible (par exemple classes de précision supérieure et inférieure des unités de détection ou de mesure) et au moins avec trois configurations différentes.

Pour les LSE combinés pour lesquels des configurations autres que celle ci-dessus peuvent être définies par le fabricant, les essais doivent être répétés selon ce qu'a déclaré le fabricant, en suivant les mêmes principes que ceux mentionnés ci-dessus. De telles configurations doivent être soumises à essai trois fois soit sur un échantillon ou seulement une fois mais sur trois échantillons différents.

Comme le nombre de configurations (caractéristiques assignées différentes, différents détecteurs ou unités de mesure, etc.) peut être trop élevé, différentes configurations peuvent être mélangées (différents courants assignés et unités de détection/mesure) pour réduire le nombre d'essais, suivant le cas, aléatoirement ou comme convenu avec le fabricant, mais de manière à être aussi représentatif que possible des configurations déclarées.

17.1.2 Essais de déconnexion

Les spécimens sont montés à la verticale, conformément à une utilisation normale.

Les spécimens sont d'abord soumis à un courant égal au courant de non-délestage ($I_n L_{smin}$) 0 -5 % pendant 1 min. Aucun délestage ne doit se produire.

Le courant est ensuite ajusté à un courant égal au courant de délestage maximal ($I_n L_{smax}$).

Le délestage doit se produire dans les délais définis dans le Tableau 4 (Tableau 6 pour la puissance), conformément à la classe du LSE et à la valeur T_{smin} déclarée (le cas échéant).

Pour chaque spécimen soumis à essai, ces essais sont répétés 3 fois pour chaque valeur de courant de délestage ($I_n L_s$) ou de puissance de délestage ($P_n L_s$) pouvant être sélectionnée avec le LSE soumis à essai.

Si des modes de déconnexion séquentielle sont déclarés par le fabricant, ces essais sont réalisés avec les courants (puissances) et les réglages conformes aux instructions du fabricant. La déconnexion de toutes les sorties doit tout de même se produire dans les délais définis dans le Tableau 4 (Tableau 6 pour la puissance), conformément à la classe du LSE.

Dans le cas de LSE programmables, les essais sont réalisés:

- aux valeurs $I_n L_s$ minimale et maximale;

- à au moins trois valeurs intermédiaires.

Cet essai doit être immédiatement suivi des essais décrits en 17.1.3.

Pour les LSE déclarés conformément aux classes A ou B, les essais ci-dessus sont répétés:

- avec un courant ajusté à $1,4 I_n L_s$,
- comme ci-dessus: 3 fois sur les mêmes spécimens, pour chaque valeur de courant de délestage ($I_n L_s$) pouvant être sélectionnée pour le LSE soumis à essai.
- Pour ces essais, seule la déconnexion est vérifiée (la refermeture, conformément à 17.1.3, ne doit pas nécessairement être soumise à essai, ni les modes de déconnexion séquentielle). La déconnexion doit se produire dans les délais définis dans le Tableau 4 (Tableau 6 pour la puissance), pour un LSE de classe D et conformément à la valeur T_{smin} déclarée (le cas échéant).

17.1.3 Essais de refermeture

Les spécimens sont montés à la verticale, conformément à une utilisation normale.

Les sorties du LSE étant toutes à l'état ouvert, le courant est soudainement réduit à une valeur égale au courant de refermeture de charge ($I_n L_r +5_0 \%$).

La refermeture de toutes les sorties doit se produire dans les délais définis en 6.2.4, conformément à la classe du LSE.

Pour chaque spécimen soumis à essai, ces essais sont répétés 3 fois pour chaque valeur de courant de délestage ($I_n L_s$) pouvant être sélectionnée avec le LSE soumis à essai.

Si des modes de refermeture séquentielle sont déclarés par le fabricant, ces essais sont réalisés avec les courants et les réglages conformes aux instructions du fabricant. La refermeture de toutes les sorties doit se produire dans les délais déclarés dans les instructions du fabricant. Pour chaque spécimen soumis à essai, ces essais sont répétés 3 fois pour chaque valeur de courant de délestage ($I_n L_s$) pouvant être sélectionnée avec le LSE soumis à essai.

Dans le cas de LSE programmables, les essais sont réalisés:

- aux valeurs $I_n L_s$ minimale et maximale;
- à au moins trois valeurs intermédiaires.

La refermeture ne doit en aucun cas se produire dans des délais inférieurs aux valeurs données en 6.2.4.

17.1.4 Essais de séquence(s) de délestage

Les spécimens sont montés à la verticale, conformément à une utilisation normale.

Les essais sont réalisés conformément à 17.1.2 et 17.1.3, suivant le cas, et conformément aux instructions du fabricant.

La séquence de délestage doit être effectuée comme déclaré par le fabricant, et le délestage doit être conforme à ce qu'a déclaré le fabricant et satisfaire le cas échéant aux exigences de l'Article 6.

17.1.5 LSE commandés à distance et LSE avec connexion à d'autres équipements externes

Conformément à la Figure 2, un LSE peut être commandé à distance par des systèmes externes, par exemple un EEMS, et peut également échanger des informations avec d'autres équipements externes, par exemple des compteurs énergétiques, des charges, des détecteurs externes, des sources d'alimentation secondaires.

Les essais décrits en 17.1.1 sont réalisés, suivant le cas, avec le LSE commandé à distance via son ou ses interfaces dédiées, comme déclaré par le fabricant. Les spécimens avec toutes les unités externes sont montés et câblés conformément à une utilisation normale, et comme déclaré par le fabricant.

Pour les LSE connectés à un EEMS:

- l'EEMS est utilisé pour surveiller les réglages du LSE, conformément aux instructions du fabricant;
- les réglages du LSE sont définis pour représenter tour à tour toutes les situations potentielles déclarées par le fabricant;
- les charges et courants sont définis pour représenter tour à tour toutes les situations;
- les essais sont réalisés en suivant les mêmes principes qu'en 17.1.1, suivant le cas.

Les essais sont réalisés une seule fois avec toutes les configurations déclarées par le fabricant:

- trois spécimens pour les LSE présentant la configuration minimale (unités de mesure, de commande et de commutation, conformément à 4.3) et la ou les unités externes de commande à distance;
- un spécimen pour les autres équipements externes.

Le délestage doit se produire selon ce qu'a déclaré le fabricant et satisfaire suivant le cas aux exigences de l'Article 6.

Pour les LSE conçus avec des interfaces supplémentaires pour d'autres équipements externes (par exemple détecteurs externes, interfaces de charge), les essais doivent être réalisés en suivant les mêmes principes que pour les LSE connectés à un EEMS et conformément aux instructions du fabricant.

17.2 Essai d'endurance

Les LSE doivent supporter, sans usure ni autre effet nocif excessif, les contraintes mécaniques, électriques et thermiques se produisant dans le cadre d'une utilisation normale.

La vérification est effectuée par l'essai suivant.

Pour les essais d'endurance, le nombre de manœuvres est défini conformément au Tableau 27, ou au nombre de manœuvres déclaré par le fabricant, s'il est supérieur.

Tableau 27 – Nombre de manœuvres pour un essai en fonctionnement normal

Courant assigné	Nombre de manœuvres
Jusqu'à 16 A inclus, pour les LSE présentant une tension assignée inférieure ou égale à 250 V c.a.	40 000
Jusqu'à 16 A inclus, pour les LSE présentant une tension assignée supérieure à 250 V c.a.	20 000
Supérieur à 16 A et jusqu'à 50 A inclus	10 000
Supérieur à 50 A	5 000

Toutes les sorties surveillées doivent être soumises à essai. Pour ces essais, les commandes de délestage peuvent alors être désactivées et la commutation peut être surveillée par d'autres moyens.

Pour les LSE avec plusieurs sorties surveillées, chaque sortie surveillée peut être soumise à essai en utilisant des spécimens indépendants.

Le rythme d'exécution des manœuvres sur chaque sortie du LSE doit être appliqué conformément aux instructions du fabricant, en respectant un rythme minimal conforme à ce qui est spécifié à l'Article 16.

Les LSE sont soumis à essai avec un courant alternatif ($\cos \varphi = 0,6 \pm 0,05$) et à une tension égale à la tension assignée, la sortie étant chargée avec son courant assigné.

Les spécimens sont montés à la verticale et doivent être connectés au circuit d'essai comme décrit à l'Article 16, avec des câbles d'une longueur de $1 \text{ m} \pm 0,1 \text{ m}$.

Pendant l'essai, les spécimens doivent fonctionner correctement.

Après l'essai, les spécimens doivent satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique, comme spécifié en 14.3, la tension d'essai de 4 000 V étant réduite à 1 000 V et les autres tensions d'essai à 500 V.

Les spécimens ne doivent alors présenter aucune:

- usure compromettant leur usage ultérieur;
- détérioration des enveloppes, revêtements isolants ou barrières isolantes d'une ampleur telle qu'elle empêche le fonctionnement ultérieur du LSE.

NOTE L'épreuve hygroscopique décrite en 13.2 n'est pas répétée avant l'essai de rigidité diélectrique du présent paragraphe.

Le collage des contacts qui n'empêche pas le fonctionnement ultérieur du LSE n'est pas considéré comme un soudage. Le collage des contacts est admis si les contacts peuvent être séparés en exerçant sur le mécanisme une force dont la valeur n'entraîne pas de dommage mécanique sur le LSE.

18 Résistance mécanique

18.1 Généralités

Les LSE doivent avoir une résistance mécanique adéquate pour supporter les contraintes qui leur sont imposées pendant l'installation et l'utilisation.

La vérification est effectuée sur les parties exposées du LSE, qui peuvent être soumises à un choc mécanique dans le cadre d'une utilisation normale, par les essais:

- du paragraphe 18.2 pour tous les types de LSE,
- du paragraphe 18.8 pour les LSE montés sur rail.

Les LSE uniquement destinés à être totalement enfermés ne sont pas soumis à cet essai.

18.2 Essai au mouton-pendule

Les spécimens sont soumis à des chocs au moyen de l'appareil d'essai de chocs représenté à la Figure 15 et à la Figure 16.

La tête de la pièce de frappe a une surface hémisphérique de 10 mm de rayon, en polyamide présentant un indice de dureté Rockwell HR compris entre 85 et 100, et une masse de $150 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$.

Elle est fixée de manière rigide à l'extrémité inférieure d'un tube d'acier de 9 mm de diamètre extérieur et de 0,5 mm d'épaisseur, pivotant à son extrémité supérieure de façon à n'osciller que dans un plan vertical.

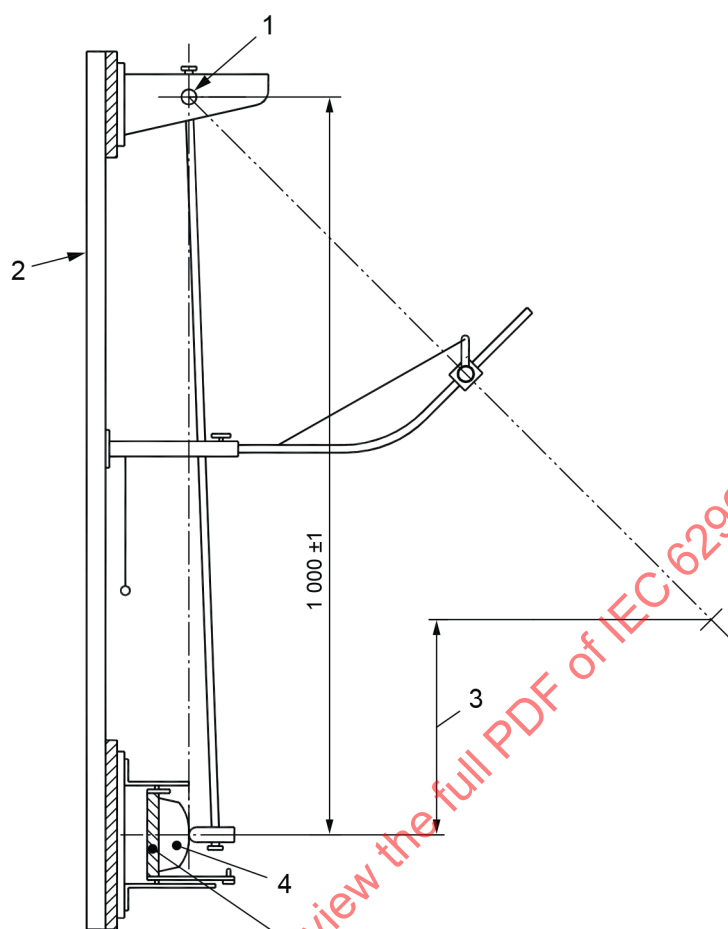
L'axe du pivot est à $1\,000 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ au-dessus de l'axe de la pièce de frappe.

La dureté Rockwell de la pièce de frappe en polyamide est déterminée en utilisant une bille d'un diamètre de $12,700 \text{ mm} \pm 0,0025 \text{ mm}$, la charge initiale étant de $100 \text{ N} \pm 2 \text{ N}$, et la charge supplémentaire de $500 \text{ N} \pm 2,5 \text{ N}$.

NOTE 1 Des informations supplémentaires concernant l'établissement de la dureté Rockwell des matières plastiques 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 exercée sur la face de la pièce de frappe pour maintenir le tube en position horizontale.

Dimensions en millimètres



IEC

Légende

- 1 pendule
- 2 châssis
- 3 hauteur de chute
- 4 spécimen
- 5 dispositif de montage

Figure 15 – Appareillage pour l'essai au mouton-pendule