

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection
systems (HVSC-Systems) –
Part 1: General requirements**

**Prises de courant et connecteurs de navire pour les systèmes haute tension
de raccordement des navires à quai –
Partie 1: Règles générales**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62613-1

Edition 1.0 2011-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection
systems (HVSC-Systems) –
Part 1: General requirements**

**Prises de courant et connecteurs de navire pour les systèmes haute tension
de raccordement des navires à quai –
Partie 1: Règles générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 29.120.30

ISBN 978-2-88912-545-6

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 General	11
5 Standard ratings.....	12
6 Classification.....	13
7 Marking	13
8 Dimensions	15
9 Protection against electric shock	16
10 Provision for Earthing	16
11 Terminals and terminations	18
12 Locking devices and interlocks	23
13 Resistance to ageing of rubber and thermoplastic material	24
14 General construction	24
15 Construction of socket-outlets and ship inlets	26
16 Construction of ship connectors.....	26
17 Construction of plugs.....	26
18 Degrees of protection	27
19 Insulation resistance, dielectric withstand and partial discharge tests	28
20 Normal operation.....	30
21 Temperature rise	31
22 Flexible cables and their connection.....	32
23 Mechanical strength	35
24 Screws, current-carrying parts and connections.....	36
25 Resistance to heat, to fire and to tracking.....	38
26 Corrosion and resistance to rusting	40
27 Conditional short-circuit current withstand test	40
28 Electromagnetic compatibility	42
Bibliography.....	52
Figure 1 – Diagram showing the use of the accessories.....	43
Figure 2 – Standard test finger.....	44
Figure 3 – Circuit diagrams for normal operation tests of 3P+E accessories and 3P+E with separate Neutral accessories	45
Figure 4 – Apparatus for testing the cable anchorage	46
Figure 5 – Arrangement for mechanical strength test for plugs and ship connectors.....	46
Figure 6 – Gauges for testing insertability of round unprepared conductors having the maximum specified cross-section.....	47
Figure 7 – Examples of terminals.....	49
Figure 8 – Test apparatus for checking damage to conductors.....	49

Figure 9 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit current withstand of a three-pole equipment	50
Figure 10 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit current withstand of a Three-Phase and separate Neutral accessories	51
Table 1 – Size for connectable conductors.....	18
Table 2 – Test values for flexing tests for copper conductors	22
Table 3 – Test values for pull-out tests for copper conductors.....	23
Table 4 – Test voltage for dielectric strength test of pilot contacts	29
Table 5 – Dielectric withstand test voltage	30
Table 6 – Test current and conductor cross-section for temperature rise.....	32
Table 7 – Maximum surface temperatures.....	32
Table 8 – Flexible cable types and dimensions, including conductor sizes and wire type	34
Table 9 – Cable secureness test values	34
Table 10 – Screw sizes and torque test values	37

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PLUGS, SOCKET-OUTLETS AND SHIP COUPLERS FOR HIGH-VOLTAGE SHORE CONNECTION SYSTEMS (HVSC-SYSTEMS) –

Part 1: General requirements

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 62613-1 has been prepared by subcommittee 23H: Industrial plugs and socket-outlets, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

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

FDIS	Report on voting
23H/254/FDIS	23H/259/RVD

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

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

In this standard, the following print types are used:

- requirements proper: in roman type;
- *test specifications: in italic type;*
- notes: in smaller roman type.

A list of all the parts in the IEC 62613 series, under the general title *Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (hvsc-systems)*, can be found on the IEC website.

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

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

INTRODUCTION

International Standard IEC 62613-1 has been primarily written to address the needs of the IEC/PAS 60092-510 High Voltage Shore Connection Systems, in terms of plugs, socket-outlets, ship connectors and ship inlets, herein referred to as “accessories”, to deliver electrical power to ships in ports. The purpose of the IEC/PAS 60092-510 is to define requirements that allow compliant ships to connect to compliant high-voltage shore power supplies through a compatible shore-to-ship connection.

Ships that do not require connecting with standardized high-voltage shore power supplies as above may use accessories that are not covered by the standard sheets of IEC 62613-2 but they may find it impossible to connect to these shore supplies.

Other low voltage plugs, socket-outlets, ship connectors and ship inlets used for the connection of certain ship types to low-voltage shore power supplies may be found in the IEC 60309 series.

International Standard IEC 62613 is divided into several parts:

Part 1: General requirements, comprising clauses of a general character.

Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for accessories used for ship-to-shore connections, comprising standard sheets for different types of accessories.

These ships are described in IEC/PAS 60092-510.

PLUGS, SOCKET-OUTLETS AND SHIP COUPLERS FOR HIGH-VOLTAGE SHORE CONNECTION SYSTEMS (HVSC-SYSTEMS) –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 62613 applies to accessories with

- three phases (3 poles and Earth) with up to three pilot contacts,
- one single pole (Neutral).

These accessories have rated currents not exceeding 500 A and rated operating voltages not exceeding 12 kV 50/60 Hz.

NOTE 1 In the USA, the term "Ground" is used instead of "Earth".

These accessories are primarily intended for use outdoors, in a seawater environment, for the shore supply of ships (ship-to-shore connection), in an ambient temperature within the range of -25 °C to +45 °C.

NOTE 2 In some countries, other ambient temperatures may prevail and may need to be taken into account.

These accessories are not intended for use in hazardous areas. In such locations where special conditions prevail, additional requirements may be necessary.

These accessories are intended to be connected to cables of copper or copper alloy only.

Socket-outlets or ship inlets incorporated in or fixed to electrical equipment are within the scope of this standard.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60092 (all parts), *Electrical installations in ships*

IEC 60092-101:1994, *Electrical installations in ships – Part 101: Definitions and general requirements*

IEC 60092-354, *Electrical installations in ships – Part 354: Single- and three-core power cables with extruded solid insulation for rated voltages 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

IEC 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60269-2:2010, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to J*

IEC 60502-4:2010, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 4: Test requirements on accessories for cables with rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

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

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

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

IEC 60695-10-2, *Fire hazard testing – Part 10-2 : Abnormal heat – Ball pressure test*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

IEC 62271-1, *High voltage Switchgear and Controlgear – Part 1: Common specifications*

IEEE 1580, *Recommended Practice for Marine Cable for use on Shipboard and Fixed or Floating Marine Platforms*

ASTM B117-1985, *Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus*

3 Terms and definitions

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

NOTE Where the terms “voltage” and “current” are used, they imply the a.c. r.m.s. values.

3.1

accessory

plugs, socket-outlets, ship connectors and ship inlets

NOTE The application of accessories is shown in Figure 1.

3.2

socket-outlet

the part intended to be installed with the fixed wiring or incorporated in equipment

NOTE A socket-outlet may also be incorporated in the output circuit of an isolating transformer.

3.3

plug

the part intended to be attached directly to one flexible cable

3.4**ship coupler**

a means enabling the connection at will of a flexible cable to the ship. It consists of two parts, a ship connector and ship inlet

3.5**ship connector**

the part intended to be attached to one flexible cable connected to the supply

3.6**ship inlet**

the part incorporated in, or fixed to, the ship

3.7**interlock**

a device, either electrical and/or mechanical, which prevents the contacts of a plug from becoming live before it is in proper engagement with a socket-outlet, and which either prevents the plug or the ship connector from being withdrawn while its contacts are live or makes the contacts dead and Earthed before separation

NOTE In the USA, the term "Grounded" is used instead of "Earthed".

3.8**retaining device**

a mechanical arrangement which holds a plug or ship connector in position when it is in proper engagement, and prevents its unintentional withdrawal

3.9**cap**

a part separated or attached, which may be used to provide the degree of protection of a plug or ship inlet when it is not engaged with a socket-outlet or ship connector

3.10**lid**

a means to ensure the degree of protection on a socket-outlet or a ship connector

3.11**insulation voltage**

the voltage assigned to the accessory by the manufacturer and to which dielectric tests, clearances and creepage distances are referred

3.12**rated current**

the current assigned to the accessory by the manufacturer

3.13**rated operating voltage**

the nominal voltage of the supply for which the accessory is intended to be used

3.14**conditional short-circuit current**

the prospective current that an accessory, protected by a specified short-circuit protective device, can satisfactorily withstand for the total operating time of that device under specified conditions of use and behaviour

NOTE This definition differs from definition 17-20 of IEC 60050-441 by broadening the concept of current-limiting device into a short-circuit protective device, the function of which is not only to limit the current.

3.15

live

a conductor or circuit is live when a difference of potential exists between it and Earth

(IEC 60092-101:1994, definition 1.3.14)

3.16

clamping unit

the part of a terminal necessary for the clamping and the electrical connection of the conductor

3.17

terminal

a conductive part provided for the connection of a conductor to an accessory

3.17.1

pillar terminal

〈pilot conductors〉 a terminal in which the conductor is inserted into a hole or cavity, where it is clamped under the shank of the screw or screws. The clamping pressure may be applied directly by the shank of the screw or through an intermediate clamping member to which pressure is applied by the shank of the screw (see Figure 7a)

3.17.2

screw terminal

〈pilot conductors〉 a terminal in which the conductor is clamped under the head of the screw. The clamping pressure may be applied directly by the head of the screw or through an intermediate part, such as a washer, clamping plate or anti-spread device (see Figures 7b and 7c)

3.17.3

stud terminal

〈pilot conductors〉 a terminal in which the conductor is clamped under a nut. The clamping pressure may be applied directly by a suitably shaped nut or through an intermediate part, such as a washer, clamping plate or anti-spread device (see Figure 7d)

3.17.4

saddle terminal

〈pilot conductors〉 a terminal in which the conductor is clamped under a saddle by means of two or more screws or nuts (see Figure 7e)

3.17.5

lug terminal

a screw terminal or a stud terminal, designed for clamping a cable lug or bar by means of a screw or nut (see Figure 7f)

3.17.6

crimping terminal

a terminal in which the conductor is crimped by means of an adequate tool

3.17.7

soldering terminal

a terminal in which the conductor is soldered

3.17.8

mantle terminal

〈Earth conductor〉 a terminal in which the conductor is clamped against the base of a slot in a threaded stud by means of a nut. The conductor is clamped against the base of the slot by a

suitably shaped washer under the nut, by a central peg if the nut is a cap nut, or by equally effective means for transmitting the pressure from the nut to the conductor within the slot (see Figure 7g)

3.18

non-rewireable accessory

accessory so constructed that the cable or wiring cannot be separated from the accessory without making it permanently useless

3.19

field-rewireable accessory

accessory so constructed that it can be rewired by skilled personnel as qualified by the manufacturer

3.20

non field-rewireable accessory

accessory so constructed that it can only be rewired by the manufacturer's authorised personnel

3.21

user-serviceable accessory

accessory so constructed that parts can be replaced, using commonly available tools

3.22

non user-serviceable accessory

accessory so constructed that parts can only be replaced by the manufacturer's authorised personnel

3.23

(electrically) skilled person

person with technical training and knowledge to enable him or her to perform the assigned task without creating a hazard

[IEC 60050-195, Amendment 1:2001, definition 04-01 modified]

3.24

(electrically) instructed person

person adequately advised or supervised by electrically skilled persons to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create

[IEC 60050-195, Amendment 1:2001, definition 04-02]

4 General

4.1 General requirements

Accessories shall be supplied with all the necessary instructions from the manufacturer, e.g. installation, assembling, wiring, commissioning, inspection, preventive maintenance, replacement of consumable parts, etc., including the levels of ability of the personnel to perform such operations.

Accessories shall be so designed and constructed that in normal use their performance is reliable and without danger to the user or surroundings.

Accessories constructed in accordance with this standard shall be suitable for the environment conditions in the space(s) where they are intended to operate. Accessories located on ships shall comply with the applicable part(s) of IEC 60092.

Unless otherwise stated, the normal use environment in which the accessories complying with this standard are normally used is pollution degree 3 according to IEC 60664-1.

Accessories shall comply with the applicable requirements of IEC 60502-4.

Accessories shall be wired, installed, commissioned, maintained and used by electrically instructed or skilled personnel.

HVSC-systems do not allow in-line connections unless a specific piece of equipment made for that purpose is used. It shall not be possible to connect a plug into a ship connector (see 8.4).

4.2 General notes on tests

4.2.1 Tests according to this standard are type tests. If a part of an accessory has previously passed tests for a given degree of severity, the relevant type tests shall not be repeated if the severity is not greater.

4.2.2 Unless otherwise specified, the samples are tested as delivered and under normal conditions of use, at an ambient temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$; the tests are made at rated frequency.

4.2.3 Unless otherwise specified, the tests are carried out in the order of the clauses of this standard.

4.2.4 Three samples are subjected to all the tests. For the tests of Subclause 11.1.4, for the tests of Subclause 19.6 and 19.7, and for the tests of Clause 27, one new set of three samples can be used, if necessary.

4.2.5 Accessories are deemed to comply with this standard if no sample fails in the complete series of appropriate tests. If one sample fails in a test, that test and those preceding which may have influenced the test result are repeated on another set of three samples, all of which shall then pass the repeated tests.

NOTE In general, it will only be necessary to repeat the test that caused the failure, unless the sample fails in one of the tests of Clause 21 in which case the tests are repeated from that of Clause 20 onwards.

The applicant may submit, together with the first set of samples, the additional set, which may be wanted should one sample fail. The testing station will then, without further request, test the additional samples and will reject only if a further failure occurs. If the additional set of samples is not submitted at the same time, the failure of one sample will entail a rejection.

4.2.6 When the tests are carried out with conductors, unless otherwise specified, they shall be copper and comply with IEC 60228 flexible (class 5). Accessories according to this standard are intended to be connected to cables with plain or metal coated copper conductors.

5 Standard ratings

Maximum voltages and currents for accessories standard ratings are

- 7,2 kV, 350 A,
- 12 kV, 350 A,
- 12 kV, 500 A,
- single-pole, 7,2 kV, 250 A,
- pilot contacts: 10 A 250 V a.c. / 1 A 300 V d.c. or
10 A 50 V a.c. / 1 A 120 V d.c.

6 Classification

6.1 Accessories are classified according to their purpose:

- plugs,
- socket-outlets,
- ship connectors,
- ship inlets.

6.2 Accessories are classified according to their rewirability:

- non rewirable accessories,
- field-rewirable accessories,
- non field-rewirable accessories.

6.3 Accessories are classified according to their serviceability:

- user-serviceable accessories,
- non user-serviceable accessories.

6.4 Accessories are classified according to their conditional short-circuit current withstand capacity:

- accessories with a short-circuit withstand current of 16 kA r.m.s./1 s,
- accessories with a short-circuit withstand current of 25 kA r.m.s./1 s.

7 Marking

7.1 Accessories shall be marked with

- rated current, in amperes;
- rated operating voltage, in kilovolts;
- rated short-time withstand current ($I_{k/s}$);
- rated short-circuit current peak withstand capacity;
- range of conductor sizes accepted by terminals;
- the IP rating according to IEC 60529 (IP66H or IP66/IP67H);
- either the name or trademark of the manufacturer or of the responsible vendor;
- type reference, which may be a catalogue number;
- DO NOT DISCONNECT WHILE ENERGIZED.

NOTE Optionally, the insulation voltage may be marked.

The nameplates shall be legible during normal service.

Compliance is checked by inspection.

7.2 When symbols are used, they shall be as follows:

A		amperes
kV		kilovolts
Hz		hertz
~		alternating current
		Earth

IP66H or IP66/IP67H degree of protection according to IEC 60529

NOTE Marking of degree of protection on accessories is only valid when in engagement with a complementary accessory or with an attached cap, if any.

Compliance is checked by inspection.

7.3 For socket-outlets and ship inlets, the marking for rated current, nature of supply, if necessary, and either the name or trademark of the manufacturer or the responsible vendor shall be on the main part, on the outside of the enclosure, or on the lid, if any, if the latter cannot be removed without the aid of a tool.

Except for flush-type socket-outlets and ship inlets, these markings shall be easily discernible when the accessory is mounted and wired as in normal use, if necessary after it has been removed from the enclosure. The marking, if any, for the insulation voltage shall be on the main part; it shall not be visible when the accessory is mounted and wired as in normal use.

The marking for rated operating voltage, type reference, the symbol for degree of protection shall be on a place which is visible after installation of the accessory, on the outside of enclosure or on the lid, if any, if the latter cannot be removed without the aid of a tool.

With the exception of the type reference, these markings shall be easily discernible when the accessory is mounted and wired as in normal use.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The term "main part" of a socket-outlet or a ship inlet means the part carrying the contacts. The type reference may be marked on the main part.

The marking for rated current, nature of supply, rated operating voltage and the name or trademark of the manufacturer or the responsible vendor, may be repeated on the lid, if any.

7.4 For plugs and ship connectors, the marking specified in 7.1, with the exception of the marking for insulation voltage, if any, shall be easily discernible when the accessory is wired ready for use.

The marking for insulation voltage, if any, shall be on the main part; it shall not be visible when the accessory is mounted and wired as in normal use.

NOTE 1 The term "ready for use" does not imply that the plug or ship connector is in engagement with its complementary accessory.

NOTE 2 The term "main part" of a plug or a ship connector means the part carrying the contacts.

Compliance is checked by inspection.

7.5 For rewirable accessories, the contacts shall be indicated by the symbols

- L1, L2, L3, or 1, 2, 3 for the three-Phase accessories,
- N for neutral (for single-pole Neutral accessories),
-  for Earth,
- P1, P2 and P3 for the pilot contacts, if any.

These symbols shall be placed close to the relevant terminals; they shall not be placed on screws, removable washers or other removable parts.

NOTE 1 The figures used with the letters may be written as an index.

NOTE 2 In the USA, the term Ground is used instead of Earth.

Compliance is checked by inspection.

7.6 Marking shall be indelible and easily legible.

Compliance is checked by inspection and by the following test:

After the humidity treatment of Subclause 18.4, the marking is rubbed by hand for 15 s with a piece of cloth soaked in water and again for 15 s with a piece of cloth soaked in petroleum spirit.

NOTE 1 It is recommended that the petroleum spirit used consists of a solvent hexane with an aromatic content of maximum 0,1 volume percentage, a kauributanol value of approximately 29, and an initial boiling point of approximately 65 °C, a dry point of approximately 69 °C and a density of approximately 0,68 g/ cm³.

Special attention is paid to the marking of the name or trademark of the manufacturer or the responsible vendor and to that of the nature of supply, if any.

NOTE 2 A special test for checking the indelibility of these markings and the combination of pressure sensitive label and the surface on which it is applied is under consideration.

7.7 For terminals, the connection and disconnection procedures shall be indicated on the product, on the smallest package unit or on the manufacturer's documentation.

8 Dimensions

8.1 Accessories shall comply with the appropriate standard sheets, if any. When standard sheets do not exist, accessories shall comply with manufacturer's specifications.

8.2 It shall not be possible to engage plugs or ship connectors with socket-outlets or ship inlets having different voltage or current ratings, or having contact combinations allowing improper connection.

In addition, the design shall be such that improper connections shall not be possible between the Earth and/or pilot plug contact and a live socket-outlet contact, or a live plug contact and the Earth and/or pilot socket-outlet contact.

Compliance is checked by inspection.

8.3 It shall not be possible to make single-pole connections between multi-pole plugs and socket-outlets or ship connectors, or between ship inlets and ship connectors. It shall not be possible to make single-pole connections between single-pole and multi-pole accessories.

Improper connections include single-pole connections and other connections which do not comply with the requirements for protection against electric shock.

Compliance is checked by inspection.

8.4 It shall not be possible to engage plugs into ship connectors, as in-line cable connections (cable couplers) are not allowed by the application.

Compliance is checked by inspection and test.

9 Protection against electric shock

9.1 Accessories shall be so designed that live parts of socket-outlets and ship connectors, when they are wired as in normal use, and live parts of plugs and ship inlets, when they are in partial or complete engagement with the complementary accessories, are not accessible (IP2X according to IEC 60529).

Pilot contacts may be accessible if used at an extra low voltage.

NOTE The neutral contact and pilot contacts of socket-outlets and ship connectors are deemed to be live parts. Pilot contacts are deemed not to be live parts if used at extra low voltage.

In addition, it shall not be possible to make contact between a contact of a plug or ship inlet and a contact of a socket-outlet or ship connector while any contact is accessible.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by a test on the sample wired as in normal use.

The standard test finger shown in Figure 2 is applied in every possible position, an electrical indicator, with a voltage not less than 40 V, being used to show contact with the relevant part.

9.2 Accessories shall be so designed that

- when inserting the three-Phase plug or ship connector
 - the Earth contact shall make before the Phase contacts,
 - the pilot contact shall make after the Phase contacts.
- when withdrawing the three-Phase plug or ship connector
 - the pilot contact shall break before the Phase contacts,
 - the Phase contacts shall break before the Earth contact.

10 Provision for Earthing

10.1 Accessories shall be provided with an earthing terminal and contact.

Earthing contacts shall be directly and reliably connected to the earthing terminals.

Compliance is checked by inspection.

NOTE Single-pole Neutral accessories do not have an Earth contact.

10.2 Accessible metal parts of 3P+E accessories with Earthing contact, which may become live in the event of an insulation fault, shall be reliably connected to the internal Earthing terminal(s) by construction.

NOTE 1 For the purpose of this requirement, screws for fixing bases, covers and the like are not deemed to be accessible parts which may become live in the event of an insulation fault.

If accessible metal parts are screened from live parts by metal parts which are connected to an Earthing terminal or Earthing contact, or if they are separated from live parts by double insulation or reinforced insulation, they are not, for the purpose of this requirement, regarded as likely to become live in the event of an insulation fault.

Compliance is checked by inspection and by the following test:

A current of 25 A derived from an a.c. source having a no-load voltage not exceeding 12 V is passed between the Earthing terminal and each of the accessible metal parts in turn.

The voltage drop between the Earthing terminal and the accessible metal part is measured, and the resistance calculated from the current and this voltage drop.

In no case shall the resistance exceed 0,05 Ω .

NOTE 2 Care should be taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the metal part under test does not influence the test results.

10.3 Earthing contacts shall be capable of carrying a current not less than the capacity of the Earthing conductor of the cable without overheating.

Compliance is checked by the test of Clause 21.

10.4 Earthing contacts shall be shrouded or guarded by the housing of the accessory so that they are protected against accidental mechanical damage.

Compliance is checked by inspection.

NOTE This requirement precludes the use of side Earthing contacts.

Table 1 – Size for connectable conductors

Rating of the accessory		Internal connection ^a				External Earthing connection, if any	
Highest voltage for equipment kV	Current A	Flexible cables for plugs and ship connectors		Flexible conductors for socket-outlets and ship inlets			
		mm ² ^a	AWG/MCM ^b	mm ² ^a	AWG/MCM ^b		
		Pilot contact: 1,5	Pilot contact: 16	Pilot contact: 1,5	Pilot contact: 16		
7,2 (1P)	250	70 to 95	3/0 to 4/0	70 to 95	3/0 to 4/0	25	4
7,2 (3P+E)	350	120 to 185	250 to 350	120 to 185	250 to 350	25	4
12 (3P+E)	350	120 to 185	250 to 350	120 to 185	250 to 350	25	4
12 (3P+E)	500	185 to 240	350 to 500	185 to 240	350 to 500	25	4

^a Classification of conductors: according to IEC 60228 class 5 (flexible).

^b The nominal cross-sectional areas of conductors are given in square millimetres (mm²). AWG/MCM values are considered as equivalent to mm² for the purpose of this standard.

AWG: American Wire Gauge is a system of identifying wires in which the diameters are in geometric progression between size 36 and size 0000.

MCM: Mille Circular Mils denotes circle surface area. 1 MCM = 0,5067 mm².

11 Terminals and terminations

11.1 Common requirements for terminals and terminations

11.1.1 Three-Phase-pilots-and-Earth and Neutral accessories shall be provided with terminals.

Plug and ship connector terminals shall accept flexible conductors (IEC 60228, Class 5).

Socket-outlet and ship inlet terminals shall accept both stranded and flexible conductors (IEC 60228, Class 2 and Class 5).

11.1.2 Parts of terminals shall be of a metal having, under conditions occurring in the equipment, mechanical strength, electrical conductivity and resistance to corrosion adequate to intended use.

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

- copper;
- an alloy containing at least 58 % copper for parts that are worked cold or at least 50 % copper for other parts;
- stainless steel containing at least 13 % chromium and not more than 0,09 % carbon.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by chemical analysis.

11.1.3 If the body of an Earthing terminal is not part of the metal frame or housing of the accessory, the body shall be of material as prescribed in 11.1.2 for parts of terminals. If the body is part of the metal frame or housing, the clamping means shall be of such material.

If the body of an Earthing terminal is part of a frame or housing made of aluminium or aluminium alloy, precautions shall be taken to avoid the risk of electrolytic corrosion resulting from contact between copper and aluminium or its alloys.

NOTE The requirement regarding the avoidance of the risk of corrosion does not preclude the use of adequately coated metal screws or nuts.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by chemical analysis.

11.1.4 Terminals shall be properly fixed to the accessory and shall not loosen when connecting and disconnecting the conductors.

Clamping means shall not serve to fix any other component.

Covering terminals with sealing compound or self-hardening resins without other means of locking shall not be used.

NOTE 1 The clamping means for the conductor may be used to stop rotation or displacement of the plug or socket contacts.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by the test of 24.1.

NOTE 2 These requirements do not preclude terminals that are floating or terminals so designed that rotation or displacement of the terminal is prevented by the clamping screw or nut, provided that their movement is appropriately limited and does not impair the correct operation of the accessory.

11.1.5 Terminals shall be so located or shielded that

- screws or other parts becoming loose from the terminals, cannot establish any electrical connection between live parts and metal parts connected to the Earthing terminal;
- conductors becoming detached from live terminals cannot touch metal parts connected to the Earthing terminal;
- conductors becoming detached from the Earthing terminal cannot touch live parts.

This requirement applies also to terminals for pilot conductors.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

11.1.6 When the conductors have been correctly fitted, there shall be no risk of accidental contact between live parts of different polarity or between such parts and accessible metal parts, and, should a wire escape from a terminal, there shall be no risk that such a wire emerges from the enclosure.

Compliance is checked by inspection.

11.2 Type of terminals

11.2.1 Conductor terminals

11.2.1.1 Terminals for the internal connection of the Earth conductor(s) shall be pillar type terminals or crimping type terminals only.

Compliance is checked by inspection.

11.2.1.2 Terminals for pilot conductors shall be pillar type terminals, crimping type terminals or soldering type terminals only.

Compliance is checked by inspection.

11.2.1.3 External Earthing, if any, may use mantle terminals.

11.2.1.4 Phase and Neutral conductors shall use crimping type terminals, soldering type terminals or pillar type terminals.

Compliance is checked by inspection.

11.2.2 Terminals shall allow the proper connection of copper or copper-alloy conductors having nominal cross-sectional areas as shown in Table 1.

Compliance is checked by the following test and by tests of 11.3.

Gauges as specified in Figure 6, having a measuring section for testing the insertability of the maximum specified cross-sectional area of Table 1, shall be able to penetrate into the terminal aperture, down to the designated depth of the terminal, under their own weight.

Screw type terminals that cannot be checked with the gauges specified in Figure 6 shall be tested by suitably shaped gauges, having the same cross-section as those of the appropriate gauges given in Figure 6.

For pillar terminals in which the end of a conductor is not visible, the hole to accommodate the conductor shall have a depth such that the distance between the bottom of the hole and the last screw will be equal to at least half the diameter of the screw, and in any case not less than 1,5 mm.

Compliance is checked by inspection and measurement.

11.2.3 Screw type terminals shall have appropriate mechanical strength.

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

Compliance is checked by inspection, measurement and the test of 24.1. In addition to the requirements of 24.1, the terminals shall not have undergone changes after the test, which would adversely affect their future use.

11.2.4 Screw type terminals shall be so designed that they clamp the conductor between metal surfaces with sufficient contact pressure and without damaging the conductor.

Compliance is checked by inspection and by the type tests of 11.3.

11.2.5 Clamping screws or nuts of Earthing terminals shall be adequately locked against accidental loosening, and it shall not be possible to loosen them without the aid of a tool.

Compliance is checked by inspection, by manual test and by the relevant test of Clause 11.

11.3 Mechanical tests on terminals

11.3.1 New terminals are fitted with new conductors and of the minimum and the maximum cross-sectional areas and are tested with the apparatus shown in Figure 8.

The test shall be carried out on six samples: three with the smallest conductor cross-sectional area and three with the largest conductor cross-sectional area.

The length of the test conductor shall be 75 mm longer than the height H specified in Table 2.

Clamping screws, if any, are tightened with the torque according to Table 10. Otherwise the terminals are connected according to the manufacturer's instructions.

Each conductor is subjected to the following test.

The end of the conductor is passed through an appropriate-sized bushing in a platen, positioned at a height H below the equipment, as given in Table 2. The bushing is positioned in a horizontal plane, such that its centre line describes a circle of 75 mm in diameter, concentric with the centre of the clamping unit in the horizontal plane. The platen is then rotated at a rate of (10 ± 2) r/min.

The distance between the mouth of the clamping unit and the upper surface of the bushing shall be within ± 15 mm of the height in Table 2. The bushing may be lubricated to prevent binding, twisting or rotation of the insulated conductor. A mass, as specified in Table 2, is suspended from the end of the conductor. The duration of the test is 15 min.

During the test, the conductor shall neither slip out of the clamping unit nor break near the clamping unit.

Terminals shall not damage the conductor during this test in such a way as to render it unfit for further use.

Table 2 – Test values for flexing tests for copper conductors

Conductor size		Diameter of bushing	Height ^a	Mass
mm ²	AWG/MCM			
		mm	mm	kg
1,5	16	6,5	260	0,4
2,5	14	9,5	280	0,7
4,0	12	9,5	280	0,9
6,0	10	9,5	280	1,4
10,0	8	9,5	280	2,0
16,0	6	13,0	300	2,9
25,0	4	13,0	300	4,5
35,0	2	14,5	300	6,8
50,0	0	15,9	343	9,5
70,0	00	19,1	368	10,4
95,0	000	19,1	368	14,0
120,0	250	22,2	406	14,0
150,0	300	22,2	406	15,0
185,0	350	25,4	432	16,8
240,0	500	28,6	464	20,0
^a Tolerance for height <i>H</i> : ± 15 mm.				
NOTE If a bushing with the given hole diameter is not adequate to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next largest hole may be used.				

11.3.2 Verification is made successively with conductors of the largest and smallest cross-sectional areas specified in Table 1, using class 2 conductors for terminals of socket-outlets or ship inlets, and class 5 conductors for terminals of plugs or ship connectors.

The conductors shall be connected to the clamping unit, and the clamping screws or nuts tightened to two-thirds of the torque indicated in Table 10, unless the torque is specified by the manufacturer on the product or in an instruction sheet.

Each conductor is subjected to a pull according to the value in Table 3, exerted in the opposite direction to that in which the conductor was inserted. The pull is applied without jerks for 1 min. The maximum length of the test conductor shall be 1 m.

During the test, the conductor shall not slip out of the terminal nor shall it break at, or in, the clamping unit

Table 3 – Test values for pull-out tests for copper conductors

Conductor size		Pulling force N
mm ²	AWG/MCM	
1,5	16	40
2,5	14	50
4	12	60
6	10	80
10	8	90
16	6	100
25	4	135
35	2	190
50	0	236
70	00	285
95	000	351
120	250	427
150	300	427
185	350	503
240	500	578

12 Locking devices and interlocks

12.1 Besides the pilot contacts, an additional interlocking device may be incorporated in accessories according to this standard.

NOTE 1 Interlocking devices by means of auxiliary/pilot contacts and/or secondary switching device (e.g. micro-switch, proximity sensor, fibre optic ...) are not designed to perform the energization and/or de-energization of the cables/system. Such de-energization of the power cable is necessary to ensure a safe handling of the cables and accessories according to this standard and is performed from ship-side and/or from shore-side according to IEC/PAS 60092-510.

NOTE 2 Auxiliary/pilot contacts and/or secondary switching device are meant to provide the necessary information to ship and shore of the status of the accessories.

Pilot contacts of a socket-outlet or ship connector used for electrical interlock are permitted to be live when engaged or not engaged with the pilot contacts of the plug or ship inlet provided they are supplied with ELV or protected against standard contact test finger (IP2X according to IEC 60529).

The operation of an interlock shall not be impaired by normal wear of the portion of the plug or ship connector used for interlocking.

Compliance is checked by inspection

12.2 A means for a key locking device that locks the accessories in the engaged position shall be provided.

Compliance is checked by inspection.

Lock-out/tag-out facility may also be provided.

13 Resistance to ageing of rubber and thermoplastic material

Parts of elastomeric such as sealing rings and gaskets, shall be sufficiently resistant to ageing.

Compliance is checked by an accelerated ageing test made in an atmosphere having the composition and pressure of the ambient air.

The samples are suspended freely in a heating cabinet, ventilated by natural circulation. The temperature in the cabinet and the duration of the ageing test are

(70 ± 2) °C and 10 days (240 h), for rubber;

(80 ± 2) °C and 7 days (168 h), for thermoplastic material.

After the samples have been allowed to attain approximately room temperature, they are examined and shall show no crack visible to the naked eye, nor shall the material have become sticky or greasy.

After the test, the samples shall show no damage which would lead to non-compliance with this standard.

If there is a doubt as to whether the material has become sticky, the sample 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 sample plus 500 g. Equilibrium is then restored by pressing the sample with the forefinger, wrapped in a dry piece of coarse woven cloth.

No trace of the cloth shall remain on the sample and the material of the sample shall not stick to the cloth.

NOTE The use of an electrically heated cabinet is recommended. Natural circulation may be provided by holes in the walls of the cabinet.

14 General construction

14.1 Accessible surfaces of accessories shall be free from burrs, flashes and similar sharp edges.

Compliance is checked by inspection.

14.2 Accessories shall incorporate means for ensuring the marked degree of protection when in complete engagement with their counterpart.

Where there is an attached cap that cannot be removed without the aid of a tool, then the accessory shall also meet this requirement when this cap is correctly fitted.

It shall not be possible to dismantle these means without the aid of a tool.

Lid springs, if any, shall be of corrosion-resistant material such as bronze, stainless steel or other suitable material adequately protected against corrosion.

Compliance is checked by inspection and by the tests of Clauses 18 and 19.

NOTE The total enclosure and the degree of protection IP66H may be achieved by means of a cover.

14.3 Screws or other means for fixing the socket-outlet or the ship inlet to its mounting surface, in a box or in an enclosure, shall be easily accessible.

These fixings and those that fix the enclosure shall not serve any other purpose except in the case whereby an internal Earthing connection is established automatically and in a reliable way by such a fixing.

Compliance is checked by inspection.

14.4 The various parts of the accessories shall be reliably fixed to one another in such a way that they will not work loose in normal use. It shall not be possible to dismantle the accessories without the aid of a tool.

Compliance is checked by inspection.

14.5 The user shall not be able to alter the position of the contacts, or the means of non-interchangeability of the accessories.

NOTE This does not prevent the replacement of the contacts by the user, according to the manufacturer's instruction.

Compliance is checked by manual test to ensure that only one mounting position is possible.

14.6 If an insulating lining is provided, it shall have adequate mechanical strength and shall be secured to the enclosure in such a way that either it cannot be removed without being seriously damaged, or it is so designed that it cannot be replaced in an incorrect position.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 18.2 and 23.2.

14.7 Contacts of accessories shall be self-adjusting so as to ensure adequate contact pressure when accessories are fully engaged.

Compliance is checked by the temperature-rise test of Clause 21.

14.8 The force required to mate and separate mating accessories shall not exceed 240 N.

Compliance is checked by the following test: socket-outlet and ship inlet are assembled as recommended by the manufacturer. Plug and ship connector are inserted and withdrawn from their counterpart without cable.

A mechanical assist or other means to facilitate the insertion and withdrawal of mating accessories may be provided. The force required to actuate this means shall not exceed 240 N.

Compliance is checked by inspection and a manual test.

14.9 Accessories shall not have specific means to allow the wiring of more than one cable.

Compliance is checked by inspection.

14.10 Accessories shall be so designed that they can only be reassembled so as to ensure the correct relationship between the components as originally assembled.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by manual test.

14.11 Contacts of the accessories shall not be replaceable without the aid of a tool.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

15 Construction of socket-outlets and ship inlets

15.1 Socket-outlets and ship inlets shall be so constructed as to permit

- the conductors to be easily introduced into the terminals and secured therein;
- the correct positioning of the conductors, without their insulation coming into contact with live parts of a polarity different from that of the conductor;
- the covers or enclosures, if any, to be fixed easily after connection of the conductors.

Compliance is checked by inspection and by an installation test with conductors of the largest cross-sectional area specified in Table 1.

15.2 Socket-outlets and ship inlet terminals shall not have specific means to allow the wiring of more than one conductor.

Compliance is checked by inspection.

15.3 Socket-outlets and ship inlets shall incorporate means for ensuring the marked degree of protection when not in engagement with their counterpart.

Compliance is checked by inspection and by the tests of Clauses 18 and 19.

16 Construction of ship connectors

16.1 The enclosure of ship connectors shall completely enclose the terminals and the end of the flexible cable.

Compliance is checked by inspection.

16.2 Ship connectors shall incorporate means for ensuring the marked degree of protection IP66/IP67H when not in engagement with their counterpart.

Compliance is checked by inspection and by the tests of Clauses 18 and 19.

17 Construction of plugs

17.1 The enclosure of plugs shall completely enclose the terminals and the end of the flexible cable.

Compliance is checked by inspection.

17.2 Plugs shall incorporate means for ensuring the degree of protection IP66H when completely engaged in an appropriate socket-outlet.

Where there is an attached cap which cannot be removed without the aid of a tool, then the plugs shall also meet this requirement when this cap is correctly fitted.

It shall not be possible to dismantle these means without the aid of a tool.

Compliance is checked by inspection and by the tests of Clauses 18 and 19.

17.3 The construction of plugs shall be such that the conductors can be properly connected according to the manufacturer's instructions.

Compliance is checked by inspection.

18 Degrees of protection

18.1 Accessories excluding the ship inlet shall have the degree of protection IP66/IP67H.

The ship inlet shall be at least IP66H.

The IP degree of protection of accessories shall only be required when in engagement with a complementary accessory or with an attached cap, if any.

Compliance is checked by the appropriate tests mentioned in the subclauses below.

18.2 Socket-outlets and ship connectors when mounted as in normal use and without a plug or ship inlet in position shall ensure the degree of protection of IP66H.

In addition, when a plug or ship inlet is fully engaged with the socket-outlet or ship connector, the degree of protection of IP66/IP67H shall be ensured.

Compliance is checked by the appropriate tests mentioned below.

The tests are made on accessories mounted according to manufacturer's recommended installation and fitted with cables having the smallest and the largest diameters according to Table 1. Screwed glands and fixing screws of enclosures and covers are tightened with a torque equal to two-thirds of the value indicated in Table 10, unless otherwise specified by the manufacturer. Caps or lids, if any, are closed as in normal use.

Socket-outlets and ship connectors are tested with and without the complementary accessory in engagement, the means for ensuring the required degree of protection against moisture being positioned as in normal use.

Plugs and ship inlets are tested with the means ensuring the protection against moisture assembled as in normal use.

18.3 Accessories shall be tested in accordance with 18.1 and IEC 60529.

Immediately after the tests, the samples shall withstand the dielectric strength test specified in Clause 19, and inspection shall show that water has not entered the samples to any appreciable extent and has not reached live parts.

18.4 All accessories shall be proof against humid conditions which may occur in normal use.

Compliance is checked by the humidity treatment described in this subclause, followed immediately by the measurement of the insulation resistance and by the dielectric strength test specified in Clause 19. Cable entries, if any, are left open. Both 3P+E and 1P accessories shall be wired as in normal use.

Covers 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 open during this treatment.

Two sets of samples may be conditioned: one for use to test the low voltage pilot, signal or communications circuits and contacts, the second for tests of the power circuits and contacts. For the single-pole (neutral) accessories, only one set of samples shall be conditioned.

The humidity treatment is carried out in a humidity cabinet containing air with a relative humidity maintained between 91 % and 95 %. The temperature of the air, at all places where samples can be located, is maintained within 1 °C of any convenient value T between 20 °C and 30 °C.

Before being placed in the humidity cabinet, the samples are brought to a temperature between T and T +4 °C.

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

NOTE In most cases, the samples may be brought to the temperature specified by keeping them at this temperature for at least 4 h before the humidity treatment.

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.

In order to achieve the specified conditions within the cabinet, it is necessary to ensure constant circulation of the air within it and, in general, to use a cabinet that is thermally insulated.

After this treatment, the samples shall show no damage within the meaning of this standard.

19 Insulation resistance, dielectric withstand and partial discharge tests

19.1 The insulation resistance and the dielectric strength of accessories shall be adequate.

For pilot circuits, compliance is checked by the tests of 19.3 and 19.4, which are made immediately after the test of Clause 18 in the humidity cabinet after reassembly of covers which may have been removed.

The Earthing conductor shall be connected to any accessible metal parts of the body or frame of the accessory, including the metal foil wrapped tightly around the body.

NOTE For the purpose of these tests, the neutral contact, the pilot contacts and any other communication or other contacts for signal or control purposes, if any, are each considered as a pole.

Accessories with enclosures of thermoplastic material are subjected to the additional test of 19.8.

19.2 For the pilot contacts, the insulation resistance is measured with a d.c. voltage of approximately 500 V. The voltage is applied for 1 min before the measurement is made.

The insulation resistance shall be not less than 5 M Ω .

19.3 The insulation resistance is measured consecutively

- a) *between all pilots connected together and the body,*
- b) *between each pilot in turn and all others, these being connected to the body,*
- c) *between any metal enclosure and metal foil in contact with the inner surface of its insulating lining, if any, a gap of approximately 4 mm being left between the metal foil and the edge of the lining.*

Measurements shall be made both with and without a mating plug or ship inlet in engagement.

NOTE The term "body" includes all accessible metal parts, including a metal foil in contact with the outer surface of external parts of insulating material, other than the engagement face of ship connectors and plugs, fixing screws of bases, enclosures and covers, external assembly screws and Earthing terminals, if any.

19.4 Dielectric withstand test for LV (Low Voltage) pilot contacts

A test voltage of substantially sine-wave form, having a frequency of 50 Hz/60 Hz and the value shown in Table 4, is applied for 1 min between the parts indicated in 19.3.

NOTE For the parts indicated in 19.3 which are used in non-power circuits [control pilot circuit, communications circuits, or other signal or control circuits], each circuit may be tested separately, using a test voltage based on the highest voltage in the circuit.

Table 4 – Test voltage for dielectric strength test of pilot contacts

Insulation voltage of the accessory ^a V	Test voltage V
Up to and including 50	500
Over 50 up to and including 500	2 000 ^b
^a The insulation voltage is at least equal to the highest rated operating voltage.	
^b This value is increased to 2 500 V for metal enclosures lined with insulating material.	

Initially, no more than half the prescribed voltage is applied, and then it is raised rapidly to the full value.

No flashover or breakdown shall occur during the test.

NOTE Glow discharges without drop in voltage are neglected.

19.5 Partial discharge test for HV power contacts

Partial discharge shall be less than 10 pC at 1,73 U_0 in accordance with IEC 60502-4, Table 4.

19.6 A.C. withstand test for HV (High Voltage) power contacts

The dielectric strength of accessories shall be adequate. Tests shall be performed according to IEC 62271-1.

Compliance is checked by the tests of 19.7 and 19.8, which are made immediately after the test of 19.4 in the humidity cabinet or in the room in which the samples were brought to the prescribed temperature, after reassembly of covers which may have been removed.

The test potential shall be applied

- *between each Phase individually and the Earthed body,*
- *between the Neutral pole and the body,*
- *between any metal enclosure and metal foil in contact with the inner surface of its insulating lining, if any, a gap of approximately 4 mm being left between the metal foil and the edge of the lining.*

For tests a), the test voltages specified in Table 5 shall be applied, connecting one Phase conductor of the main circuit at a time, to the high-voltage terminal of the test supply. All other Phase conductors of the main circuit and the pilot, auxiliary and signal circuits, if any, shall be connected to the Earthing conductor or the frame and to the Earth terminal of the test supply.

For tests b), the test voltages specified in Table 5 shall be applied, connecting the Neutral conductor to the high-voltage terminal of the test supply. The body shall be connected to the Earth terminal of the test supply.

For test c), the test voltages specified in Table 5 shall be applied between the inner layer(s) of metal foil and the Earthing conductor, the body or frame and outer metal foil wrap.

Table 5 – Dielectric withstand test voltage

Rated voltage kV (r.m.s.value)	Rated short duration power frequency withstand voltage for 1 min kV (r.m.s.value)	Rated lightning impulse withstand voltage kV peak Value
7,2	20	60
12	32	75

Rated lightning impulse withstand voltage: accessories shall withstand 10 impulses on each polarity without disruptive discharge.

Short duration power frequency withstand voltage: initially, no more than half the prescribed voltage is applied and then it is raised rapidly to the full value for 1 min. No flashover or breakdown shall occur during the test.

Compliance is checked by the tests of 19.6 that is made immediately after the test of 19.4 in the humidity cabinet or in the room in which the samples were brought to the prescribed temperature, after reassembly of covers which may have been removed.

NOTE For the purpose of these tests, the pilot contacts are not considered as poles.

19.7 Following the test of 19.6, the following sequence of test shall be conducted:

- normal operation in accordance with Clause 20, followed by
- a temperature rise test made in accordance with Clause 21, followed by
- a repeated dielectric strength test made in accordance with 19.6,

NOTE 1 For the purpose of this test, at the manufacturer's option, the cable may be re-terminated or replaced.

NOTE 2 Following the temperature rise test, the contacts are wiped with a piece of dry cloth or the equivalent dry cleaning maintenance operation is performed, as stated in the manufacturer's instructions.

NOTE 3 The humidity treatment is not repeated before the dielectric strength test of this subclause.

19.8 Immediately after the test of 19.4 and 19.6, it shall be verified that, for accessories with enclosures of thermoplastic material, the means of providing non-interchangeability have not been impaired.

20 Normal operation

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

Compliance is checked by testing any accessory with a new complementary accessory that complies with the standard.

The test position shall be as in normal use, as specified by the manufacturer. In absence of such specification, accessories are tested in an horizontal position.

Accessories are tested for 350 cycles. A cycle means that the plug or ship connector is inserted into and withdrawn from the socket-outlet or ship inlet. As far as applicable, the 350 cycles shall be consecutive. Insertion and withdrawal speeds will correspond to the normal operation of the accessory, or as stated by the manufacturer.

NOTE 1 For the purpose of this test, the locking/latching function may be disengaged, at the manufacturer's discretion.

During the test, the contacts of the accessories shall not be adjusted, lubricated or otherwise conditioned.

After the test, the samples shall show

- no wear impairing the further use of the accessory or of its interlock, if any;*
- no deterioration of enclosures or barriers;*
- no damage to the entry holes for the plug contacts that might impair proper working;*
- no loosening of electrical or mechanical connections;*
- no seepage of sealing compound.*

Lid springs, if any, are tested by completely opening and closing the lid, the number of times the lid is opened being the same as the number of cycles.

NOTE 2 This test may be combined with the test for the accessories.

21 Temperature rise

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

Compliance is checked by testing any accessory with a new complementary accessory that complies with the relevant standards.

The test current is an alternating current of the value shown in Table 6.

Accessories are fitted with conductors of a cross-sectional area as specified in Table 6, the terminal screws or nuts, if any, being tightened with a torque specified on the product or in the instruction sheets by the manufacturer or equal to two-thirds of that specified in Table 10.

For the purpose of this test, a length of at least 2 m of the cable is connected to the terminals.

Non-rewirable accessories are tested as delivered.

For accessories having three Phases and Earth, the test current during the test shall be passed through the Phase contacts.

A further separate test shall be carried out passing the test current through the Earthing contact and the nearest Phase contact.

The pilot contact rated current shall be passed through the pilot contacts, if any, at the same time as any of these tests.

Table 6 – Test current and conductor cross-section for temperature rise

Nominal current A	Test current A	Pilot contacts test current A	Conductor size	
			mm ²	AWG
250 (1P)	Rated current	Rated current	95	4/0
350 (3P+E)	Rated current	Rated current	185	350
500 (3P+E)	Rated current	Rated current	240	500

The test shall last until the temperature stabilizes (i.e. has no variation over 2 K per hour). The temperature is determined by means of melting particles, colour-changing indicators, or thermocouples which are so chosen and positioned that they have negligible effect on the temperature being determined.

The temperature rise of terminals shall not exceed 50 K.

21.2 Surface temperature

The use of the product outdoors in direct exposure to sun combined with a high ambient temperature may lead to excessive surface temperatures, for surfaces likely to be touched.

The manufacturer shall make the necessary recommendations in its operating manual on how to handle the products in such circumstances.

The maximum permissible surface temperature of those parts of the plug and the ship connector that may be touched during normal operation, when tested with the accessory carrying the maximum rated current, shall be according to Table 7.

Table 7 – Maximum surface temperatures

	Maximum permissible surface temperature °C	Temperature rise at ambient temperature not exceeding 45 °C K
Accessible parts expected to be touched in normal operation	70	25
Accessible parts which need not be touched in normal operation	80	35

Compliance is checked by the test of 21.1 carried out at an ambient temperature of (25 ± 5) °C and corrected to an ambient of 45 °C.

NOTE Accessories used indoors or in a controlled temperature environment may be evaluated at an ambient temperature of 25 °C

22 Flexible cables and their connection

22.1 Plugs and ship connectors shall be provided with a cable clamping means in such a way that

- the conductors are relieved from strain, including twisting, when connected to the terminals or terminations,

- the conductors and the outer sheath of the cable are protected from abrasion and damage.

Cable clamping means shall be so designed that the cable cannot touch accessible metal parts or internal metal parts, for example cable clamping means screws, if these are electrically connected to accessible metal parts, unless the accessible metal parts are connected to the internal Earth terminal.

Compliance is checked by inspection and by tests of 22.2.

22.2 Requirements for plugs and ship connectors

Plugs and ship connectors shall accommodate a flexible cable complying with Annex B of IEC/PAS 60092-510, with IEC 60502-4 or one of the types specified in Table 8, the nominal cross-sectional area being not less than the values shown in Table 1.

The core connected to the Earthing terminal shall be identified by the colour combination green/yellow. The nominal cross-sectional area of the Earthing conductor shall be at least equal to fifty percent to that of the Phase conductors.

NOTE In some countries, the colour Green may be used.

The separate Neutral conductor, if any, shall have a cross-section equal to that of the Phases.

The pilot conductors shall have a nominal cross-sectional area of at least 1,5 mm².

Compliance is checked by inspection.

- It shall be clear how the relief from strain and the prevention of twisting is intended to be effected. If any one of the components is not in position in the accessory as provided, an instruction sheet shall be provided to identify the necessary parts and the method of assembly.
- The design of the cable anchorage shall be such that the anchorage or components are properly positioned relative to the accessory when assembled.
- Cable anchorages shall present no sharp edges to the cable and shall be so designed that the anchorages or their components are not likely to be lost when the enclosure of the accessory and not the cable anchorage is being opened.
- Makeshift methods, such as tying the cable into a knot or tying the ends with a string, shall not be used.
- Cable anchorages and cable inlets shall be suitable for the different types of flexible cables which may be connected.

If a cable inlet is provided with a sleeve to prevent damage to the cable, this sleeve shall be of insulating material and shall be smooth and free from burrs.

If a bell-mouthed opening is provided, the diameter at the end shall be at least 1,5 times the diameter of the cable with the largest cross-sectional area to be connected.

Helical metal springs, whether bare or covered with insulating material, are not allowed as cable sleeves.

Compliance is checked by inspection.

Plugs and ship connectors provided with a flexible cable according to IEC 60228 class 5 (flexible) are subjected to a pull test in apparatus similar to that shown in Figure 4, followed by a torque test.

**Table 8 – Flexible cable types and dimensions,
including conductor sizes and wire type**

Voltage kV	Rated current A	Conductor size		Type of conductors	Type of cable IEC 60092-354 or IEEE 1580	Approximate external diameter of the cable mm	
		mm ²	AWG/ MCM			1P (Neutral)	3 P+  + pilots
7,2	250	70	3/0	IEC 60228 class 5 (flexible)	a	24,1	N/A
7,2	250	95	4/0	IEC 60228 class 5 (flexible)	a	25,2	N/A
7,2	350	120	250	IEC 60228 class 5 (flexible)	a	N/A	78,8
7,2	350	185	350	IEC 60228 class 5 (flexible)	a	N/A	86,4
12	350	120	250	IEC 60228 class 5 (flexible)	a	N/A	78,8
12	350	185	350	IEC 60228 class 5 (flexible)	a	N/A	86,4
12	500	185	350	IEC 60228 class 5 (flexible)	a	N/A	86,4
12	500	240	500	IEC 60228 class 5 (flexible)	a	N/A	92,7
a Under consideration.							

Conductors are introduced into the terminals, the terminal screws, if any, being tightened just sufficiently to prevent the conductors from easily changing their position.

The cable anchorage is used in the normal way, clamping screws being tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in 24.1. After reassembly of the sample, with cable glands, if any, in position, the component parts shall fit snugly and it shall not be possible to push the cable into the sample to any appreciable extent.

The sample is fixed in the test apparatus so that the axis of the cable is vertical where it enters the sample.

The cable is then subjected 100 times to a pull of the value shown in Table 9. Each pull is applied without jerks and has a duration of 1 s.

Immediately afterwards, the cable is subjected for 1 min to a torque of the value shown in Table 9.

Table 9 – Cable secureness test values

Nominal current A	Cable conductors	Pulling force N	Torque Nm
250	Neutral	1334	10,8
350	3P+E+ pilots	1334	10,8
500	3P+E+ pilots	2668	16,3

During the tests, the cable shall not be damaged.

After the tests, the cable shall not have been displaced by more than 2 mm. For rewirable accessories, the ends of the conductors shall not have moved noticeably in the terminals; for non-rewirable accessories, there shall be no break in the electrical connections.

For the measurement of the longitudinal displacement, a mark is made on the cable at a distance of approximately 2 cm from the end of the sample or the cable anchorage before starting the tests. If, for non-rewirable accessories, there is no definite end to the sample, an additional mark is made on the body of the sample.

After the tests, the displacement of the mark on the cable in relation to the sample or the cable anchorage is measured.

23 Mechanical strength

23.1 Impact resistance

Accessories shall have an impact resistance of IK10 according to IEC 62262.

Socket-outlets and ship connectors are tested as in normal use, with and without the complementary accessory in engagement, the means for ensuring the required degree of protection against moisture being positioned as in normal use.

Plugs and ship inlets are tested with the means ensuring the protection against moisture assembled as in normal use.

Fixing screws of enclosures and covers are tightened with a torque equal to two-thirds of the value indicated in Table 10, unless otherwise specified by the manufacturer. Caps or lids, if any, are closed as in normal use.

The test apparatus is adjusted to apply blows as they might occur in actual use.

Blows are applied to the samples by means of the pendulum hammer described in IEC 60068-2-75, test Eha.

After the test, the samples shall show no damage within the meaning of this standard.

23.2 Drop test

Rewirable accessories are fitted with the lightest type of flexible cable of the smallest cross-sectional area for the relevant rating specified in Table 1.

The free end of the cable, which is about 2,25 m long, is fixed to a wall at a height of 120 cm above the floor, as shown in Figure 5.

The sample is held so that the cable is horizontal and then it is allowed to fall on to a concrete floor. This is done eight times, the cable being rotated through 45° at its fixing each time.

After the test, the samples shall show no damage within the meaning of this standard; in particular, no part shall have become detached or loosened.

For accessories with enclosures of thermoplastic material, the means for preventing interchangeability shall not be impaired.

NOTE Small chips and dents which do not adversely affect the protection against electric shock or moisture are neglected.

24 Screws, current-carrying parts and connections

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

Screws which are operated when connecting up the accessory and have a nominal diameter less than 3,5 mm shall screw into a metal nut or metal insert.

Compliance is checked by inspection and, for screws and nuts transmitting contact pressure or which are operated when connecting up the accessory, by the following test.

The screws or nuts are tightened and loosened

- ten times for screws in engagement with a thread of insulating material;*
- five times for nuts and other screws.*

Screws in engagement with a thread of insulating material are completely removed and reinserted each time.

This removal and insertion of the screws or nuts shall be carried out at such a rate that the thread in the insulating material suffers no appreciable temperature rise owing to friction.

When testing terminal screws and nuts, a copper conductor having the largest cross-sectional area in Table 1, rigid (solid or stranded) for socket-outlets and ship inlets and flexible for plugs and ship connectors, is placed in the terminal.

The test is made by means of a suitable screwdriver or spanner. The maximum torque applied when tightening is equal to that shown in Table 10 except that the torque is increased by 20 % for screws in engagement with a thread in a hole which is obtained by plunging, if the length of the extrusion exceeds 80 % of the original thickness of the metal.

When the manufacturer specifies a torque greater than values given in Table 10 for terminal screws, this torque specified by the manufacturer shall be applied for the test.

Table 10 – Screw sizes and torque test values

Metric standard values	Nominal diameter of thread mm			Torque Nm		
				I	II	III
2,5	Up to and including	2,8		0,2	0,4	0,4
3,0	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
3,5	Over	3,2 up to and including	3,6	0,4	0,8	0,8
4,0	Over	3,6 up to and including	4,1	0,7	1,2	1,2
4,5	Over	4,1 up to and including	4,7	0,8	1,8	1,8
5,0	Over	4,7 up to and including	5,3	0,8	2,0	2,0
6,0	Over	5,3 up to and including	6,0	1,2	2,5	3,0
8,0	Over	6,0 up to and including	8,0	2,5	3,5	6,0
10,0	Over	8,0 up to and including	10,0		4,0	10,0
12,0	Over	10,0 up to and including	12,0			14,0
14,0	Over	12,0 up to and including	15,0			19,0
16,0	Over	15,0 up to and including	20,0			25,0
20,0	Over	20,0 up to and including	24,0			36,0
24,0		Over 24,0				50,0
Column I	applies to screws without heads which when tightened do not protrude from the hole, and to screws which cannot be tightened by means of a screwdriver having a blade wider than the diameter of the screw.					
Column II	applies to other screws and nuts which are tightened by means of a screwdriver.					
Column III	applies to screws and nuts which can be tightened by means other than a screwdriver.					

Each time the clamping screw(s) or nut(s) is (are) loosened, a new conductor shall be used for a further connection.

When a screw has a hexagonal head with means for tightening with a screwdriver and the values in columns II and III are different, the test is made twice, first applying the torque specified in column III to the hexagonal head and then, on another set of samples, applying the torque specified in column II by means of a screwdriver. If the values in columns II and III are the same, only the test with the screwdriver is made.

After the test for clamping screws or nuts, the clamping unit shall not have undergone changes that adversely affect its further use.

NOTE 1 For mantle terminals, the specified nominal diameter is that of the slotted stud.

For mantle terminals in which the nut is tightened by means other than a screwdriver and for which the nominal screw diameter is over 10 mm, the value of the torque is under consideration.

Screws or nuts which are operated when connecting up the accessory include terminal screws or nuts, assembly screws, screws for fixing covers, etc., but not connections for screwed conduits and screws for fixing socket-outlets or ship inlets to the mounting surface.

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

The screws and nuts shall not be tightened in jerks.

NOTE 2 Damage to covers is neglected.

Screwed connections will have been partially checked by the test of Clauses 21 and 23.

24.2 Screws in engagement with a thread of insulating material and which are operated when connecting up the accessory shall have a length of engagement of at least 3 mm plus one-third of the nominal screw diameter, or 8 mm, whichever is the shorter.

Correct introduction of the screw into the threaded hole shall be ensured.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by manual test.

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

24.3 Electrical connections shall be so designed that the 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 shrinkage or yielding of the insulating material.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The suitability of the material is considered with respect to its dimensional stability.

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

Compliance is checked by inspection and by manual test.

NOTE Spring washers may provide satisfactory locking.

For rivets, a non-circular shank or an appropriate notch may be sufficient.

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

24.5 Current-carrying parts, other than terminals, shall be either of

- copper;
- an alloy containing at least 50 % copper;
- or other metal no less resistant to corrosion than copper and having mechanical properties no less suitable.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by chemical analysis.

NOTE The requirements for terminals are included in Clause 11.

24.6 Contacts which are subjected to a sliding action in normal use shall be of a metal resistant to corrosion or be tested according to Clause 26.

Springs ensuring the resiliency of contact tubes shall be of metal resistant to corrosion or be adequately protected against corrosion and tested according to Clause 26.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by chemical analysis.

25 Resistance to heat, to fire and to tracking

25.1 Accessories shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by the tests of 25.2 and 25.3.

25.2 The samples are kept for 1 h in a heating cabinet at a temperature of $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$. They shall not undergo any change impairing their further use, and sealing compound shall not flow to such an extent that live parts are exposed.

Marking shall still be easily legible.

NOTE A slight displacement of the sealing compound is neglected.

25.3 Parts of insulating material are subjected to a ball-pressure test according to IEC 60695-10-2.

The test is made in a heating cabinet at a temperature of

- $(125 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for parts supporting live parts of rewirable accessories;*
- $(80 \pm 3) ^\circ\text{C}$ for other parts.*

For materials which show deformation, this diameter shall not exceed 2 mm.

NOTE 1 For elastomeric materials a test is under consideration.

NOTE 2 The test is not made on parts of ceramic material.

25.4 External parts of insulating material and insulating parts supporting live parts of accessories shall be resistant to abnormal heat and to fire.

External conductors cannot be considered as retaining the current-carrying parts in position.

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 accessory 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.

Compliance is checked by the glow-wire test given in IEC 60695-2-11 with the following specifications.

The temperature of the tip of the glow-wire is

- *$(650 \pm 10) ^\circ\text{C}$ for parts of insulating material not necessary to retain current-carrying parts and parts of the Earthing circuits in position, even though they are in contact with them;*

NOTE Tests are not made on glands and sealing compounds.

- *$(850 \pm 15) ^\circ\text{C}$ for parts of insulating material necessary to retain current-carrying parts and parts of the Earthing circuits in position.*

The tip of the glow-wire is applied to the following places:

- *in the middle of one external part for each material, with the exception of glands and sealing compounds;*
- *in the middle of an insulating contact-carrying part for each material.*

The tip is applied to flat surfaces and not to grooves, knock-outs, narrow recesses or sharp edges and if possible not less than 9 mm from the edges of the accessories.

The test is made on one specimen. In case of doubt regarding the results of the test, the test is repeated with two further specimens.

The accessories are considered to have withstood the glow-wire test if

- *there is no visible flame and no sustained glowing, or*
- *flame or glowing of the specimen or of the surroundings extinguish within 30 s after the removal of the glow-wire, and the surrounding parts have not burned away completely. There shall be no permanent ignition of the tissue paper.*

25.5 Insulating parts supporting live parts shall be of material resistant to tracking.

For materials other than ceramic, compliance is checked by the test according to IEC 60112 with the following parameters:

- *CTI test;*
- *solution a;*
- *applied voltage 175 V.*

No flashover or breakdown between electrodes shall occur before a total of 50 drops has fallen.

26 Corrosion and resistance to rusting

Accessories and their mounting means shall be constructed to resist the corrosion of a seawater environment.

Ferrous parts, including enclosures, shall be adequately protected against rusting.

Compliance is checked by the following test:

Parts to be tested are subjected to a salt spray (fog) using the test method in Salt Spray (Fog) Testing, ASTM B117-1985, and employing a 5 % (by weight) salt solution, for 200 h. At the end of the test, the parts are removed from the chamber, and washed in clean running water not warmer than 38 °C, to remove salt deposits from the surface. Parts are dried immediately. Surface corrosion may be cleaned by light brushing, if required, to observe corrosion of the underlying surface.

Parts are acceptable if, upon completion of the test, they do not show pitting, cracking, or other deterioration more severe than that resulting from a similar test on passivated AISI Type 304 stainless steel.

NOTE Exception: An enclosure constructed of AISI Type 304 or Type 316 stainless steel is not required to be subjected to this test.

27 Conditional short-circuit current withstand test

27.1 Socket-outlets and mating plugs as well as ship connectors and mating ship inlets shall have

- a minimum prospective short circuit current withstand of
 - 25 kA r.m.s./1 s for the 500 A 12 kV rated accessories,
 - 16 kA r.m.s./1 s or 25 kA r.m.s./1 s for the 350 A 7,2 kV rated accessories,
 - 25 kA r.m.s./1 s for the 350 A 12 kV rated accessories, and
 - 25 kA r.m.s./1 s for the 250 A 7,2 kV rated accessories.
- a maximum rated peak withstand current of 40 kA.

Compliance is checked by testing each socket-outlet and mating plug with a new complementary socket-outlet and mating plug complying with this standard, and each ship connector and mating ship inlet with a new complementary ship connector and mating ship inlet complying with this standard.

27.2 Ratings and test conditions

The test is applied to a new socket-outlet and mating plug mounted as in normal use and connected according to the indications of 27.3.

The test is applied to a new ship connector and mating ship inlet mounted as in normal use and connected according to the indications of 27.3.

Different numbers of poles for the same rated current and the same construction are considered as representative of the type.

The short-circuit protective device shall be a "gG" type fuse for general application complying with the requirements of IEC 60269-1 and IEC 60269-2 and having ratings identical to those of the socket-outlets and mating plugs.

In case a fuse with a rated current equal to that of the socket-outlets and mating plugs being tested does not exist, a fuse having the next higher rated value shall be used.

Fuse technical data as well as its cut-off value shall be stated in the test report.

The fuse (F1) is to be installed between the supply source and the socket-outlets and mating plugs, or ship connectors and mating ship inlets being tested.

The test voltage shall be identical to the rated operating voltage of the socket-outlets and mating plugs tested.

No power-factor value or time constant is specified for this test.

The following tolerances shall be applied during the test:

- current: from 95 % to 105 %;*
- voltage: from 100 % to 105 %;*
- frequency: from 95 % to 105 %.*

27.3 Test-circuit

a) Figure 9 gives the diagrams of the circuit to be used for the test of three-Phase accessories on three-Phase a.c. Figure 10 gives the diagrams of the circuit to be used for the test of three-pole accessories plus a separate Neutral accessory on three-Phase a.c.

b) The supply S feeds a circuit including resistors R_1 , reactors X and the accessories D under test.

In all cases, the supply shall have sufficient power to permit the verification of the characteristics given by the manufacturer.

c) The resistors and reactors are inserted between the supply source S and the accessory D under test. The position of the closing device A and the current sensing devices (I_1 , I_2 , I_3) may be different.

There shall be only one point of the test circuit which is Earthed; this may be the short-circuit link of the test circuit of the neutral point of the supply or any other convenient point.

d) All parts of the accessories normally Earthed in service, including the Earth contact and pilot contact, the enclosure or the screens, shall be insulated from Earth and connected to a point as indicated in Figures 9 and 10.

This connection shall comprise a fuse element F2 consisting of a copper wire 0,8 mm in diameter and at least 50 mm long, or of a fuse element of 30/35 A for the detection of the fault current.

The connection of the accessories under test shall be made with copper wires having cross-sectional areas as indicated in Table 1, and lengths as short as possible, not exceeding 1 m on either side.

27.4 Calibration

The calibration of the test circuit is carried out by placing temporary connections B of negligible impedance as close as reasonably possible to the terminals provided for connecting the accessories under test.

27.5 Test procedure

Temporary connections B are replaced by the accessories under test. The circuit is closed on a value of the prospective current at least equal to the conditional short-circuit withstand current of the accessories under test.

27.6 Behaviour of the accessory under test

There shall be neither arcing nor flashover between poles, and no melting of the fault detection circuit fuse of the exposed conductive parts (F2).

27.7 Acceptance conditions

- The accessories shall remain mechanically operable.
- Contact welding, such as to prevent an opening operation using normal operating means, is not permitted.
- Immediately after the test, the accessories shall comply with a dielectric test in accordance with 19.7, 19.8 and 19.4 with voltage applied between the parts as indicated in 19.3.a) or 19.3.b), as applicable.

28 Electromagnetic compatibility

28.1 Immunity

The operation of accessories within the scope of this standard in normal use is not affected by electromagnetic disturbances.

28.2 Emission

Accessories within the scope of this standard are intended for continuous use; in normal use they do not generate electromagnetic disturbances.

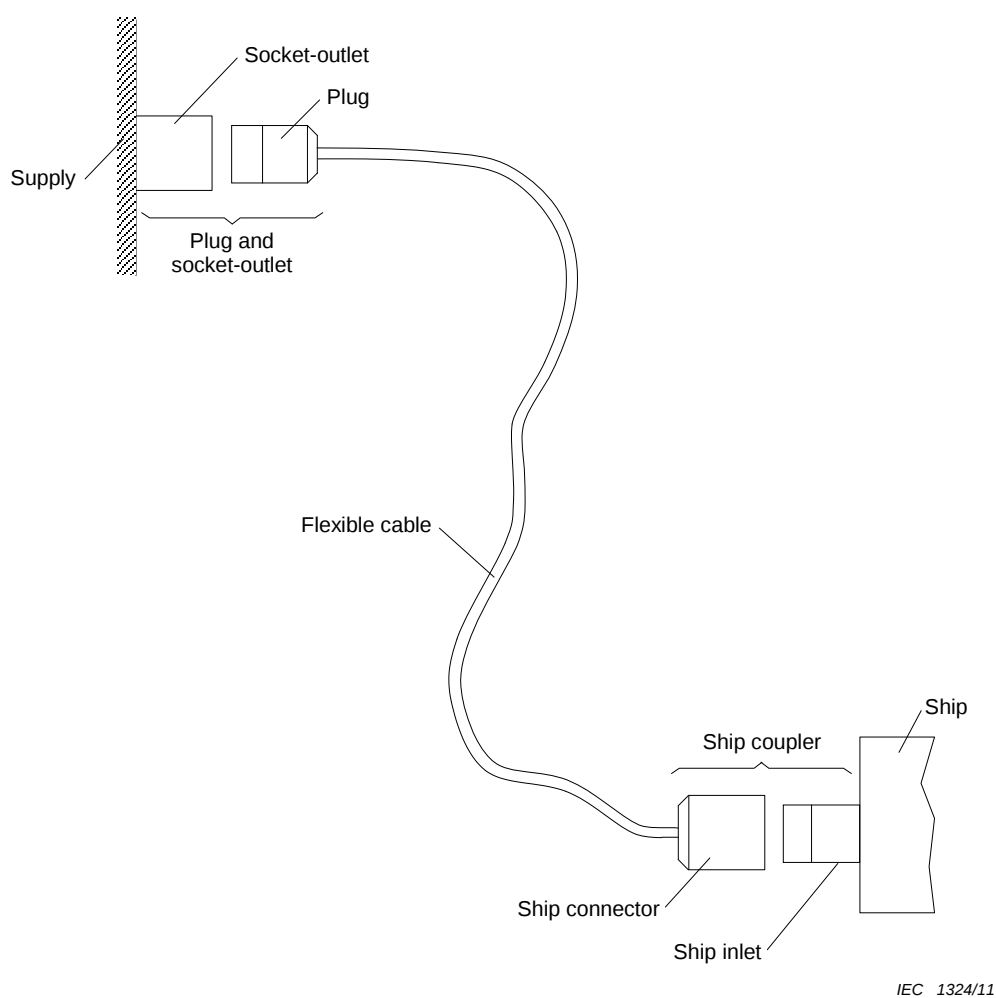


Figure 1 – Diagram showing the use of the accessories

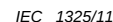


Figure 2 – Standard test finger

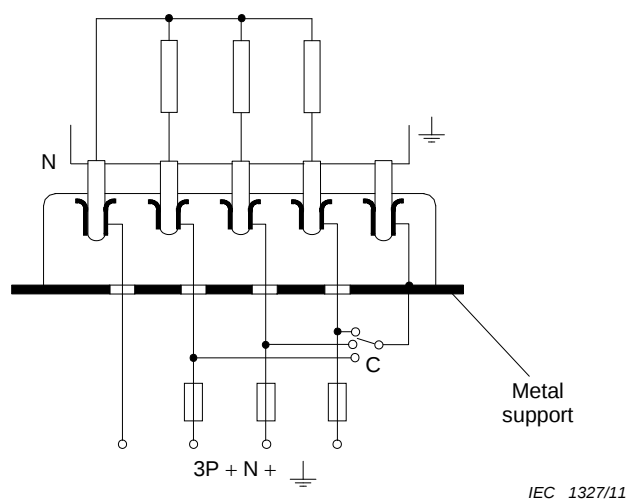
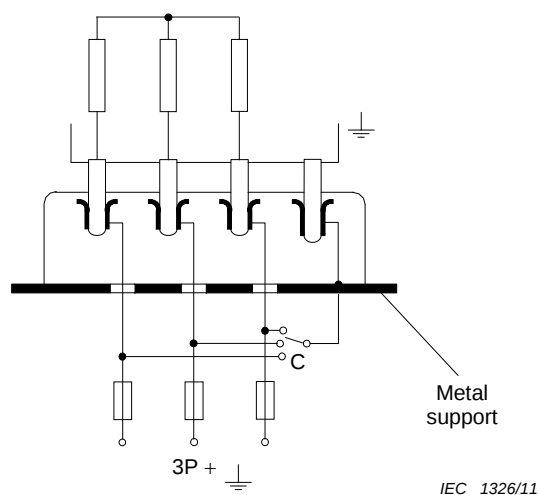
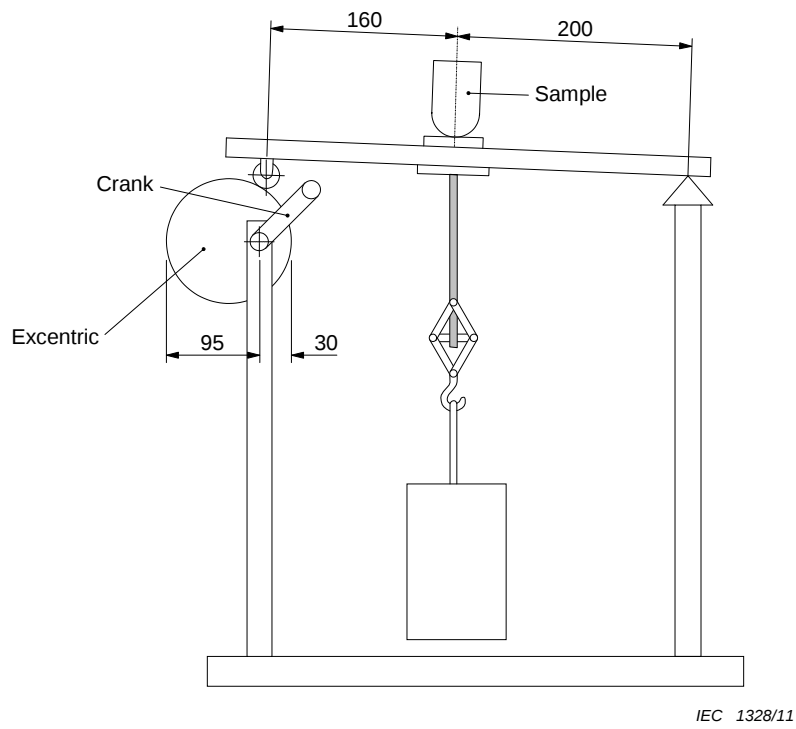
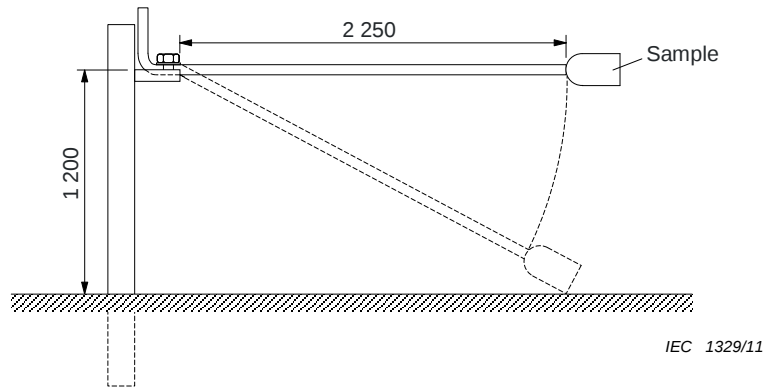


Figure 3 – Circuit diagrams for normal operation tests of 3P+E accessories and 3P+E with separate Neutral accessories



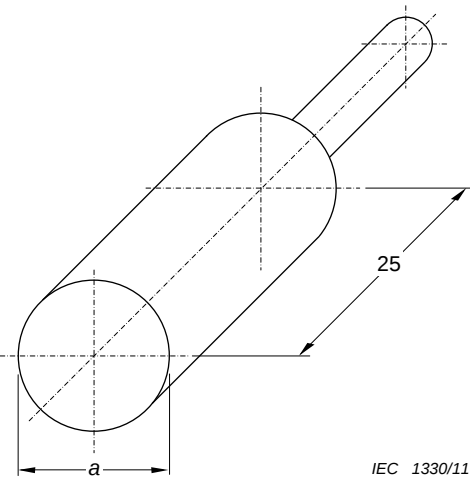
Dimensions in millimetres

Figure 4 – Apparatus for testing the cable anchorage



Dimensions in millimetres

Figure 5 – Arrangement for mechanical strength test for plugs and ship connectors



Dimensions in millimetres

Conductor cross-sectional area		Gauge	
Flexible mm ²	Rigid (solid or stranded) mm ²	Diameter a mm	Tolerances for a mm
1	1	1,6	0 -0,05
1,5	1,5	1,9	0 -0,05
2,5	4	2,8	0 -0,05
4	6	3,4	0 -0,06
6	10	4,3	0 -0,06
10	16	5,4	0 -0,06
16	25	6,7	0 -0,07
25	35	8,0	0 -0,07
35	50	10,0	0 -0,07
50	70	12,0	0 -0,07
70	95	14,0	0 -0,07
95	120	16,0	0 -0,08
120	150	18,0	0 -0,08
150	185	20,0	0 -0,08
185	240	22,1	0 -0,08
240	-	25,2	0 -0,08

Maximum cross-section of conductors and corresponding gauges.

Material: steel

Figure 6 – Gauges for testing insertability of round unprepared conductors having the maximum specified cross-section

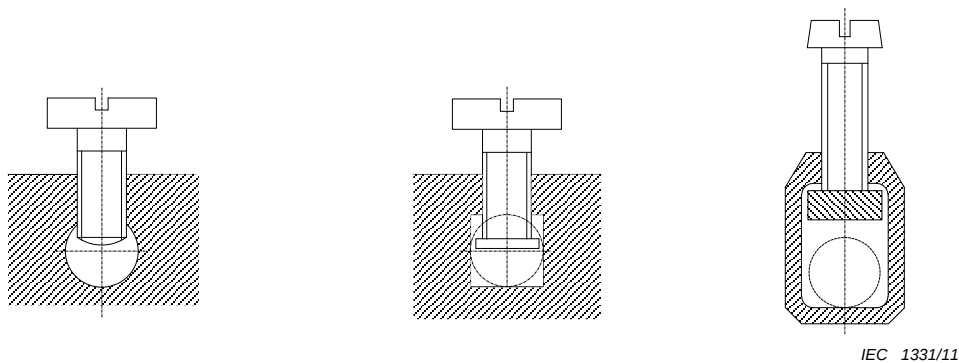
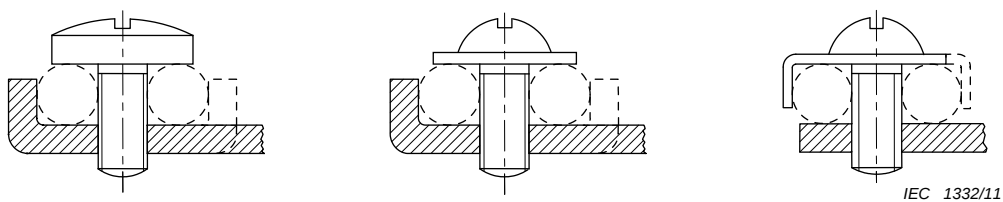


Figure 7a – Pillar terminals



Figures 7b and 7c – Screw terminals

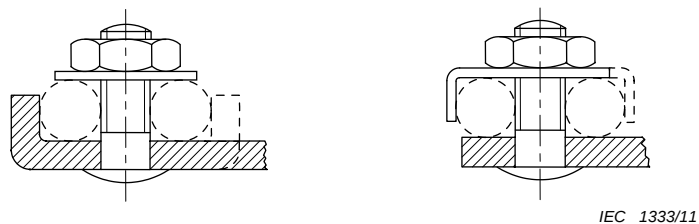


Figure 7d – Stud terminals

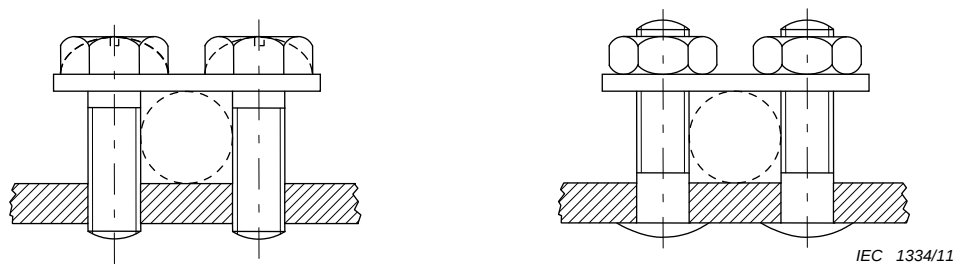


Figure 7e – Saddle terminals

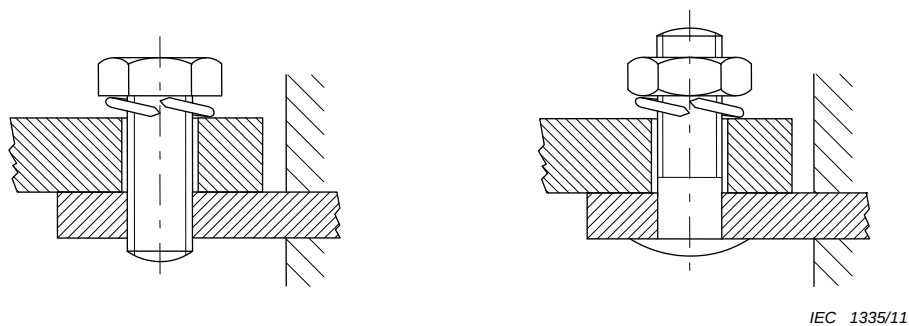


Figure 7f – Lug terminals

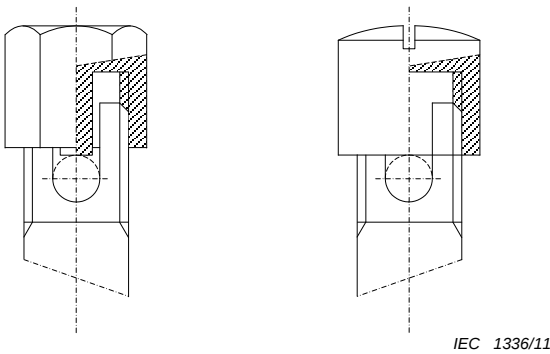
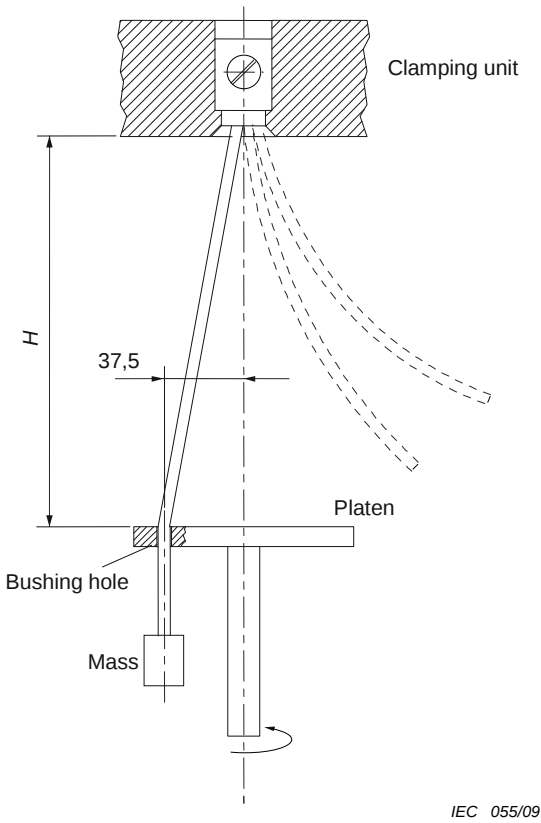


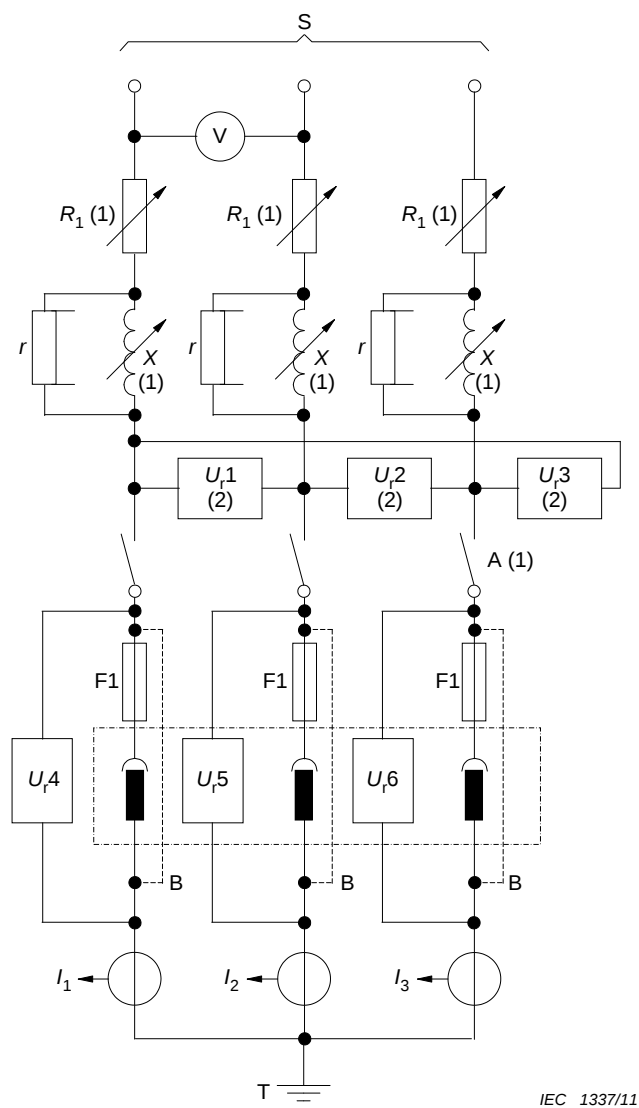
Figure 7g – Mantle terminals

Figure 7 – Examples of terminals



Dimensions in millimetres

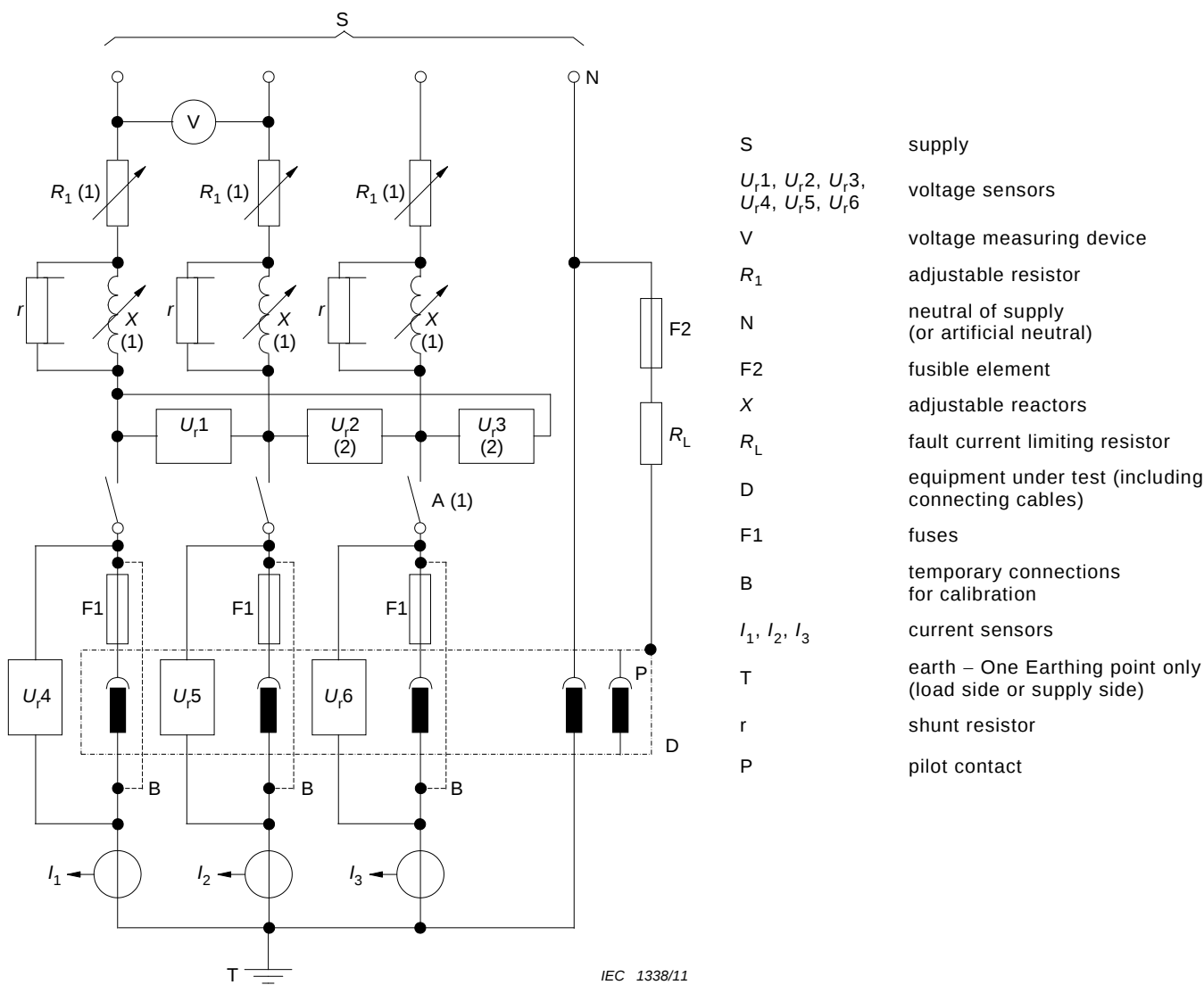
Figure 8 – Test apparatus for checking damage to conductors



- S supply
- $U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}, U_{r4}, U_{r5}, U_{r6}$ voltage sensors
- V voltage measuring device
- A closing device
- R_1 adjustable resistor
- X adjustable reactors
- F1 fuses
- B temporary connections for calibration
- I_1, I_2, I_3 current sensors
- T Earth – One Earthing point only (load side or supply side)
- r shunt resistor

NOTE Adjustable loads X and R_1 may be located either on the high-voltage side or on the low-voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low-voltage side.

Figure 9 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit current withstand of a three-pole equipment



NOTE 1 Adjustable loads X and R_1 may be located either on the high-voltage side or on the low-voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low-voltage side.

NOTE 2 U_{r1} , U_{r2} and U_{r3} , may, alternatively, be connected between Phase and neutral.

Figure 10 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit current withstand of a Three-Phase and separate Neutral accessories

Bibliography

IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock*
Amendment 1 (2001)

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*
Amendement 1 (2000)

CEI/PAS 60092-510:2009, *Electrical installations in ships – Special features – High-voltage shore connection systems*

IEC 60309 (all parts), *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes*

IEC 60309-1:1999, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purpose – Part 1: General requirements*
Amendment 1 (2005) ¹

IEC 62613-2:—, *High-voltage plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-Systems) – Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for accessories to be used by various types of ship* ²

¹ There exists a consolidated version 4.1 (2005) of IEC 60309-1 comprising the base edition (1999) and its amendment 1 (2005).

² To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	56
INTRODUCTION.....	58
1 Domaine d'application	59
2 Références normatives.....	59
3 Termes et définitions	60
4 Généralités.....	63
5 Caractéristiques normalisées.....	65
6 Classification.....	65
7 Marques et indications.....	65
8 Dimensions	68
9 Protection contre les chocs électriques.....	68
10 Dispositions en vue de la mise à la Terre	69
11 Bornes et raccordements.....	70
12 Dispositifs de verrouillage	75
13 Résistance au vieillissement du caoutchouc et des matières thermoplastiques.....	76
14 Construction générale	76
15 Construction des socles de prise de courant et des socles de connecteur de navire.....	78
16 Construction des prises mobiles de navire.....	78
17 Construction des fiches	79
18 Degrés de protection	79
19 Résistance d'isolement, rigidité diélectrique et test de décharge partielle	80
20 Fonctionnement normal	83
21 Echauffement	84
22 Câbles souples et leur raccordement.....	85
23 Résistance mécanique	88
24 Vis, parties transportant le courant et connexions.....	89
25 Résistance à la chaleur, au feu et aux courants de cheminement	92
26 Corrosion et résistance à la rouille	93
27 Essai de tenue au courant de court-circuit potentiel.....	94
28 Compatibilité électromagnétique.....	96
Bibliographie.....	105
Figure 1 – Schéma indiquant l'emploi des appareils.....	96
Figure 2 – Doigt d'épreuve.....	97
Figure 3 – Schémas du circuit pour les essais de fonctionnement normal des appareils 3P+T et des appareils 3P+T avec appareil de Neutre séparé	98
Figure 4 – Appareil d'essai du dispositif d'ancrage de câble.....	99
Figure 5 – Dispositif pour l'essai de la résistance mécanique des fiches et des prises mobiles.....	99
Figure 6 – Calibres pour essayer la possibilité d'introduction des conducteurs circulaires de la section maximale spécifiée sans préparation spéciale	100
Figure 7 – Exemples de bornes.....	102

Figure 8 – Appareillage d'essai pour vérifier les dommages aux conducteurs	102
Figure 9 – Schéma d'essai pour la vérification de la résistance au courant de court-circuit conditionnel d'un matériel tripolaire	103
Figure 10 – Schéma d'essai pour la vérification de la résistance au courant de court-circuit conditionnel d'un matériel tripolaire avec Neutre séparé	104
Tableau 1 – Taille des conducteurs à raccorder	70
Tableau 2 – Valeurs d'essai de flexion des conducteurs en cuivre	74
Tableau 3 – Valeurs d'essai d'arrachement des conducteurs en cuivre	75
Tableau 4 – Tension d'essai de rigidité diélectrique des contacts pilotes	81
Tableau 5 – Tension d'essai de rigidité diélectrique	82
Tableau 6 – Courants d'essai et sections des conducteurs pour l'essai d'échauffement.....	84
Tableau 7 – Température maximale de surface.....	85
Tableau 8 – Câbles souples, types et dimensions; y compris type et taille des conducteurs	87
Tableau 9 – Valeurs d'amarrage des câbles.....	88
Tableau 10 – Tailles de vis et valeurs de couples d'essai	90

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRISES DE COURANT ET CONNECTEURS DE NAVIRE POUR LES SYSTÈMES HAUTE TENSION DE RACCORDEMENT DES NAVIRES À QUAI –

Partie 1: Règles générales

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 62613-1 a été établie par le sous-comité 23H: Prises de courant à usages industriels, du comité d'études 23 de la CEI: Petit appareillage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
23H/254/FDIS	23H/259/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- exigences proprement dites: caractères romains;
- *modalités d'essai: caractères italiques;*
- notes: petits caractères romains.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62613, présentée sous le titre général *Prises de courant et connecteurs de navire pour les systèmes haute tension de raccordement des navires à quai*, peut être consultée sur le site internet de la CEI.

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

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

INTRODUCTION

La présente norme internationale CEI 62613-1 a été rédigée afin de répondre aux besoins en termes de prises de courant et de connecteurs de navire (désignés dans la suite du texte sous le nom d'appareils) de la CEI/PAS 60092-510 relative aux systèmes d'alimentation des navires à quai en haute tension. L'objet de la CEI/PAS 60092-510 est de définir les exigences permettant aux navires qui s'y conforment de se raccorder à des alimentations de quai conformes, au moyen d'un dispositif de connexion compatible.

Les navires n'ayant pas besoin de se raccorder à des alimentations haute tension de quai ci-dessus peuvent utiliser des appareils qui ne sont pas couverts par les feuilles de norme de la CEI 62613-2 mais il leur sera alors impossible de se raccorder à ces alimentations de quai.

D'autres prises de courant et connecteurs de navire basse tension utilisés pour la connexion de certains types de navire à des alimentations de quai basse tension peuvent être trouvés dans la série CEI 60309.

La présente norme internationale CEI 62613 comporte plusieurs parties:

Partie 1: Règles générales, qui comprend les articles de caractère général.

Partie 2: Règles dimensionnelles de compatibilité et d'interchangeabilité pour les appareils destinés à être utilisés pour l'alimentation des navires à quai, comprenant des feuilles de normes pour différents types d'appareils.

Ces navires sont décrits dans la CEI/PAS 60092-510.

PRISES DE COURANT ET CONNECTEURS DE NAVIRE POUR LES SYSTÈMES HAUTE TENSION DE RACCORDEMENT DES NAVIRES À QUAI –

Partie 1: Règles générales

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62613 s'applique aux appareils

- triphasés (3 pôles + Terre) avec jusqu'à 3 contacts pilotes,
- unipolaires (Neutre),

de courant nominal ne dépassant pas 500 A et de tension nominale d'emploi ne dépassant pas 12 kV 50/60 Hz.

Ces appareils sont destinés initialement à des usages à l'extérieur des bâtiments, en environnement marin, pour l'alimentation des navires à quai, dans une température ambiante comprise dans une plage de -25 °C à $+45\text{ °C}$.

NOTE Dans certains pays, il peut être nécessaire de prendre en compte d'autres plages de températures.

Ces appareils ne sont pas prévus pour fonctionner dans des zones présentant des dangers d'explosion, où des exigences complémentaires peuvent être nécessaires.

Les appareils sont prévus pour être connectés à des câbles en cuivre ou alliage de cuivre seulement.

Les socles de prises de courant ou les socles de connecteurs de navires incorporés ou fixés au matériel électrique sont compris dans le domaine d'application de la présente norme. .

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60068-2-75, Essais d'environnement – *Partie 2: Essais – Essai Eh: Essais aux marteaux*

CEI 60092 (toutes les parties), *Installations électriques à bord des navires*

CEI 60092-101:1994, *Installations électriques à bord des navires – Partie 101: Définitions et exigences générales*

CEI 60092-354, *Electrical installations in ships – Part 354: Single- and three-core power cables with extruded solid insulation for rated voltages 6 kV ($U_m = 7,2\text{ kV}$) up to 30 kV ($U_m = 36\text{ kV}$)* (disponible en anglais seulement)

CEI 60112:2003, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

CEI 60228, *Âmes des câbles isolés*

CEI 60269-1:2006, *Fusibles basse tension – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60269-2:2010, *Fusibles basse tension – Partie 2: Exigences supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels) – Exemples de systèmes de fusibles normalisés A à J*

CEI 60502-4:2010, *Câbles d'énergie à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Partie 4: Exigences d'essai pour accessoires de câbles de tensions assignées de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

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

CEI 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60695-2-11, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

CEI 60695-10-2, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-2: Chaleurs anormales – Essai à la bille*

CEI 62262, *Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)*

CEI 62271-1, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*

IEEE 1580, *Câbles marins pour utilisation à bord des bateaux et des plates-formes marines fixes ou flottantes*

ASTM B117-1985, *Pratique standard pour le fonctionnement d'appareils à brouillard salin*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE Lorsque les termes «tension» et «courant» sont employés, ils impliquent les valeurs efficaces en courant alternatif (r.m.s.).

3.1

appareil

fiche, socle de prise de courant, prise mobile de navire et socle de connecteur de navire

NOTE L'application des appareils est indiqué à la Figure 1.

3.2

socle de prise de courant

partie destinée à être installée avec la canalisation fixe ou à être incorporée au matériel

NOTE Un socle de prise de courant peut aussi être incorporé dans le circuit secondaire d'un transformateur de séparation des circuits.

3.3

fiche

partie destinée à être reliée directement à un câble souple

3.4**prolongateur de navire**

ensemble permettant le raccordement à volonté d'un câble souple au navire. Il se compose de deux parties: une prise mobile de navire et un socle de connecteur de navire

3.5**prise mobile de navire**

partie faisant corps avec le câble souple d'alimentation

3.6**socle de connecteur de navire**

partie incorporée ou fixée au navire

3.7**dispositif de verrouillage**

ensemble, électrique ou mécanique, qui empêche la mise sous tension des contacts d'une fiche avant qu'elle soit suffisamment engagée dans un socle de prise de courant ou dans une prise mobile, et qui empêche l'extraction de la fiche tant que ses contacts sont sous tension ou met hors tension les contacts avant séparation

3.8**dispositif de retenue**

mécanisme qui maintient en place une fiche ou une prise mobile de navire lorsqu'elle est suffisamment engagée et qui empêche tout retrait involontaire

3.9**bouchon**

partie, séparée ou attachée, qui peut être utilisée pour procurer le degré de protection d'une fiche ou d'un socle de connecteur de navire lorsqu'il n'est pas engagé sur un socle de prise de courant ou une prise mobile de navire

3.10**couvercle**

dispositif pour assurer le degré de protection sur un socle de prise de courant ou une prise mobile de navire

3.11**tension d'isolement**

tension assignée à l'appareil par le fabricant et à laquelle se rapportent les essais diélectriques, les distances dans l'air et les lignes de fuite

3.12**courant nominal**

courant assigné à l'appareil par le fabricant

3.13**tension nominale d'emploi**

tension nominale du réseau pour lequel l'appareil est destiné à être utilisé

3.14**courant de court-circuit potentiel**

courant présumé qu'un appareil, protégé par un dispositif spécifié de protection contre les courts-circuits, peut supporter de façon satisfaisante pendant la durée totale de fonctionnement de ce dispositif dans les conditions spécifiées d'emploi et de comportement

NOTE Cette définition diffère de la définition 17-20 de la CEI 60050-441 en élargissant le concept de dispositif de limitation de courant à un dispositif de protection contre les courts-circuits dont la fonction n'est pas uniquement de limiter le courant.

3.15

sous tension

un conducteur ou un circuit est sous tension lorsqu'il existe une différence de potentiel entre lui-même et la Terre

(CEI 60092-101:1994, définition 1.3.14 modifiée)

3.16

élément de serrage

partie de la borne indispensable pour le serrage et la connexion électrique du conducteur

3.17

borne

partie conductrice destinée à raccorder un conducteur à un appareil

3.17.1

borne à trou

〈conducteur pilote〉 borne dans laquelle l'âme d'un conducteur est introduite dans un trou ou dans un logement, où elle est serrée sous le corps de la vis ou des vis. La pression de serrage peut être appliquée directement par le corps de la vis ou au moyen d'un organe de serrage intermédiaire auquel la pression est appliquée par le corps de la vis (voir Figure 7a)

3.17.2

borne à serrage sous tête de vis

〈conducteur pilote〉 borne dans laquelle l'âme d'un conducteur est serrée sous la tête de la vis. La pression de serrage peut être appliquée directement par la tête de la vis ou au moyen d'un organe intermédiaire, tel qu'une rondelle, une plaquette ou un dispositif empêchant le conducteur ou ses brins de s'échapper (voir Figures 7b et 7c)

3.17.3

borne à goujon fileté

〈conducteur pilote〉 borne dans laquelle l'âme d'un conducteur est serrée sous un écrou. La pression de serrage peut être appliquée directement par un écrou de forme appropriée ou au moyen d'un organe intermédiaire, tel qu'une rondelle, une plaquette ou un dispositif empêchant le conducteur ou ses brins de s'échapper (voir Figure 7d)

3.17.4

borne à plaquette

〈conducteur pilote〉 borne dans laquelle l'âme d'un conducteur est serrée sous une plaquette au moyen de deux ou plus de deux vis ou écrous (voir Figure 7e)

3.17.5

borne pour cosses et barres

borne à serrage sous tête de vis ou borne à goujon fileté prévue pour le serrage d'une cosse ou d'une barre au moyen d'une vis ou d'un écrou (voir Figure 7f)

3.17.6

borne à sertir

borne dans laquelle le conducteur est sertie au moyen d'un outil approprié

3.17.7

borne à souder

borne dans laquelle le conducteur est soudé

3.17.8**borne à capot taraudé**

〈conducteur de Terre〉 borne dans laquelle l'âme d'un conducteur est serrée au moyen d'un écrou contre le fond d'une fente pratiquée dans un goujon fileté. L'âme est serrée contre le fond de la fente par une rondelle de forme appropriée placée sous l'écrou, par un téton central si l'écrou est un capot taraudé, ou par d'autres moyens aussi efficaces pour transmettre la pression de l'écrou à l'âme à l'intérieur de la fente (voir Figure 7g)

3.18**appareil non démontable**

appareil construit de façon que le câble souple ne puisse être séparé de l'appareil sans le rendre définitivement inutilisable

3.19**appareil démontable sur site**

appareil construit de façon que le câble souple puisse être remplacé par une personne instruite et qualifiée par le fabricant

3.20**appareil non démontable sur site**

appareil construit de façon que le câble souple ne puisse être remplacé que par le personnel du fabricant

3.21**appareil démontable par l'utilisateur**

appareil construit de façon que les pièces puissent être remplacées au moyen d'outils couramment disponibles

3.22**appareil non démontable par l'utilisateur**

appareil construit de façon que les pièces ne puissent être remplacées que par le personnel du fabricant

3.23**personne qualifiée (en électricité)**

personne ayant la formation et l'expérience appropriées pour lui permettre d'effectuer une tâche assignée sans créer de danger

[CEI 60050-195, Amendement 1:2001, définition 04-01 modifiée]

3.24**personne avertie (en électricité)**

personne suffisamment informée ou surveillée par des personnes qualifiées en électricité pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

[CEI 60050-195, Amendement 1:2001, définition 04-02]

4 Généralités**4.1 Exigences générales**

Les appareils doivent être accompagnés de toutes les instructions du fabricant nécessaires à l'installation, au montage, au câblage, à la mise en service, à la vérification, à la maintenance préventive, au remplacement des pièces d'usure, etc., y compris aux niveaux de qualification des personnels devant effectuer ces opérations.

Les appareils doivent être prévus et construits de façon qu'en usage normal leur fonctionnement soit sûr et que l'utilisateur ou l'entourage ne puissent pas être mis en danger.

Les appareils construits selon cette norme doivent satisfaire aux conditions d'environnement dans lesquelles leur utilisation est prévue. Les appareils installés à bord des navires doivent satisfaire aux exigences de la ou des parties applicables de la CEI 60092.

Sauf indication contraire, l'environnement d'utilisation normale des appareils inclus dans le domaine d'application est le degré de pollution 3, conformément à la CEI 60664-1.

Les appareils doivent satisfaire aux exigences applicables de la CEI 60502-4.

Les appareils doivent être câblés, installés, mis en service, entretenus et utilisés par des personnes averties ou qualifiées en électricité.

Les systèmes d'alimentation des navires à quai ne permettent pas l'utilisation de prolongateurs, à moins d'utiliser un équipement spécifique conçu pour cet usage. Il ne doit pas être possible d'accoupler une fiche et une prise mobile de navire (voir 8.4).

4.2 Généralités sur les essais

4.2.1 Les essais mentionnés dans cette norme sont des essais de type. Dans le cas où une partie d'un appareil a déjà satisfait à un essai pour un degré de sévérité donné, les essais de type correspondants ne doivent pas être répétés si la sévérité des essais n'est pas plus grande.

4.2.2 Sauf spécification contraire, les échantillons sont essayés en l'état de livraison et dans les conditions normales d'emploi, la température ambiante étant de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$; les essais sont effectués à la fréquence nominale.

4.2.3 Sauf spécification contraire, les essais sont effectués dans l'ordre des articles de la présente norme.

4.2.4 Trois échantillons sont soumis à tous les essais. Pour les essais du Paragraphe 11.1.4, pour les essais des Paragraphes 19.6 et 19.7, et pour les essais de l'Article 27, un nouveau jeu d'échantillons peut être utilisé.

4.2.5 Les appareils sont réputés conformes à la présente norme si aucune défaillance n'est constatée au cours de l'ensemble des essais appropriés. Si un essai n'est pas subi avec succès par l'un des échantillons, on le répète, ainsi que tous ceux qui le précèdent et qui peuvent avoir exercé une influence sur son résultat, sur un nouveau lot de trois échantillons; ces nouveaux échantillons doivent alors tous satisfaire aux essais recommencés.

NOTE En général, il suffira de répéter l'essai où est apparu le défaut, sauf s'il s'agit de l'un des essais de l'Article 21, auquel cas il faut recommencer les essais qui précèdent à partir de l'Article 20.

Le demandeur a la possibilité de déposer, en même temps que le premier lot d'échantillons, le lot supplémentaire qui peut être nécessaire en cas d'échec de l'un des échantillons. Le laboratoire essaiera alors sans autre avis les échantillons supplémentaires, le rejet ne pouvant intervenir qu'à la suite d'un nouvel échec. Si le lot supplémentaire d'échantillons n'est pas fourni initialement, l'échec d'un des échantillons présentés motive le rejet.

4.2.6 Quand les essais sont effectués avec des conducteurs, sauf indication contraire, ceux-ci doivent être en cuivre et conformes à la CEI 60228, souples (classe 5). Les appareils conformes à la présente norme sont prévus pour être raccordés à des câbles avec conducteurs à âme de cuivre simples ou revêtus.

5 Caractéristiques normalisées

Les valeurs maximales de tension et de courant des appareils normalisés sont les suivantes:

- 7,2 kV, 350 A,
- 12 kV, 350 A,
- 12 kV, 500 A,
- unipolaires, 7,2 kV, 250 A,
- contacts pilotes: 10 A 250 V a.c. / 1 A 300 V d.c. ou
10 A 50 V a.c. / 1 A 120 V d.c.

6 Classification

6.1 Les appareils sont classés selon leur destination:

- fiches;
- socles de prises de courant;
- prise mobile de navire;
- socle de connecteur de navire.

6.2 Les appareils sont classés selon leur possibilité de démontage:

- appareil non démontable;
- appareil démontable sur site;
- appareil non démontable sur site.

6.3 Les appareils sont classés selon leur possibilité de maintenance:

- appareil démontable par l'utilisateur;
- appareil non démontable par l'utilisateur.

6.4 Les appareils sont classés selon leur courant de court-circuit potentiel:

- appareil résistant à un courant de court-circuit de 16 kA r.m.s./1 s,
- appareil résistant à un courant de court-circuit de 25 kA r.m.s./1 s.

7 Marques et indications

7.1 Les appareils doivent porter les indications suivantes:

- le courant nominal, en ampères;
- la tension nominale d'emploi en kilovolts;
- le courant de résistance au court-circuit ($I_{k/s}$);
- la tenue maximum au courant de résistance au court-circuit de crête;
- la plage de conducteurs acceptés par les bornes de raccordement;
- le symbole du degré de protection selon la CEI 60529 (IP66H ou IP66/IP67H);
- soit le nom, soit la marque de fabrique du fabricant ou du vendeur responsable;

- la référence du type, qui peut être un numéro de catalogue;
- NE PAS OUVRIR SOUS TENSION.

NOTE La tension d'isolement peut être marquée en option.

Les marquages doivent être lisibles en usage normal.

La conformité est vérifiée par examen.

7.2 Lorsqu'il est fait usage de symboles, ils doivent être comme suit:

A	ampères
kV	kilovolts
Hz	hertz
~	courant alternatif
	Terre

IP66H ou IP66/IP67H..... degré de protection selon la CEI 60529

NOTE Le marquage du degré de protection sur les fiches ou socles de connecteurs de navire est uniquement valide quand ces appareils sont engagés dans l'appareil complémentaire, ou lorsqu'ils comportent un bouchon fixé, s'il existe.

La conformité est vérifiée par examen.

7.3 Pour les socles de prises de courant et les socles de connecteurs de navire, l'indication du courant nominal, de la nature du courant, éventuellement, et le nom ou la marque de fabrique du fabricant ou le nom du vendeur responsable doivent être portés sur la partie principale, à l'extérieur de l'enveloppe, ou sur le couvercle, s'il existe, et si celui-ci ne peut pas être enlevé sans l'aide d'un outil.

Sauf pour les socles de prises de courant et les socles de connecteurs de navire encastrés, ces indications doivent pouvoir être distinguées facilement lorsque le socle est installé et équipé de ses conducteurs comme en usage normal, si nécessaire après enlèvement de l'enveloppe. L'indication de la tension d'isolement, si elle existe, doit être portée sur la partie principale; elle ne doit pas être visible lorsque l'appareil est installé et équipé de ses conducteurs comme en usage normal.

L'indication de la tension nominale d'emploi, de la référence du type, du symbole pour le degré de protection, doivent être portés en un endroit visible après montage de l'appareil, sur la partie extérieure de l'enveloppe ou sur le couvercle, s'il existe, si celui-ci ne peut pas être enlevé sans l'aide d'un outil.

La référence du type exceptée, ces indications doivent pouvoir être distinguées facilement lorsque l'appareil est installé et équipé de ses conducteurs comme en usage normal.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE L'expression «partie principale» d'un socle de prise de courant ou d'un socle de connecteur de navire désigne la partie qui porte les contacts. La référence du type peut être marquée sur la partie principale.

Le marquage du courant nominal, de la nature du courant, de la tension d'emploi nominale et le nom du fabricant, ou sa marque commerciale, ou le nom du vendeur responsable peut être répété sur le couvercle s'il existe.

7.4 Pour les fiches et les prises mobiles de navire, les marques et indications spécifiées en 7.1, à l'exception de l'indication de la tension d'isolement s'il y a lieu, doivent pouvoir être distinguées facilement lorsque l'appareil est équipé de ses conducteurs et prêt à l'usage.

L'indication de la tension d'isolement, s'il y a lieu, doit être portée sur la partie principale; elle ne doit pas être visible lorsque l'appareil est installé et équipé de ses conducteurs comme en usage normal.

NOTE 1 L'expression «prêt à l'emploi» n'implique pas qu'une fiche ou une prise mobile de navire soit engagée dans l'appareil complémentaire.

NOTE 2 L'expression «partie principale» d'une fiche ou d'une prise mobile de navire désigne la partie qui porte les contacts.

La conformité est vérifiée par examen.

7.5 Pour les appareils démontables, les contacts doivent être repérés par les symboles suivants:

- pour les appareils triphasé, les symboles L1, L2, L3, ou 1, 2, 3 pour les Phases,
- N pour Neutre (pour appareil unipolaire de Neutre);
-  pour la Terre;
- P1, P2 et P3 pour les contacts pilotes, le cas échéant.

Ces symboles doivent être placés près des bornes correspondantes; ils ne doivent pas être placés sur des vis, des rondelles amovibles ou d'autres parties amovibles.

NOTE Les chiffres utilisés avec des lettres peuvent être écrits en indices.

La conformité est vérifiée par examen.

7.6 Les marques et indications doivent être indélébiles et facilement lisibles.

La conformité est effectuée par examen, et par l'essai suivant:

Après l'épreuve hygroscopique du Paragraphe 18.4, on essaie d'effacer les marques et indications en les frottant à la main pendant 15 s avec un chiffon imbibé dans l'eau et à nouveau pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'essence.

NOTE 1 Il est recommandé que l'essence utilisée soit un solvant d'hexane avec un contenant aromatique maximum de 0,1 % en volume, une valeur kauributanol d'environ 29, et un point d'ébullition initial d'environ 65 °C, un point d'évaporation d'environ 69 °C et une densité d'environ 0,68 g/cm³.

Une attention particulière est portée à l'indication du nom ou de la marque de fabrique du fabricant ou du vendeur responsable et, éventuellement, à celle de la nature du courant.

NOTE 2 Un essai spécial pour vérifier l'indélébilité de ces marquages et la combinaison des étiquettes sensibles à la pression et des surfaces sur lesquelles elles sont appliquées est à l'étude.

7.7 Pour les bornes, les procédures de connexion et de déconnexion, si nécessaire, doivent être indiquées sur le produit final ou sur la plus petite unité d'emballage ou dans la documentation du constructeur.

8 Dimensions

8.1 Les appareils doivent être conformes aux feuilles de norme appropriées, si elles existent. En l'absence de feuilles de norme, les appareils doivent être conformes aux spécifications du constructeur.

8.2 Il ne doit pas être possible d'engager les fiches ou les prises mobiles de navire dans des socles de prises de courant ou des socles de connecteurs de navire ayant des caractéristiques nominales différentes, ou ayant des combinaisons de contacts permettant des connexions indésirables.

De plus, la construction doit être telle qu'elle ne permette pas de connexions indésirables entre le contact de Terre et/ou le contact pilote de la fiche, et un contact actif du socle de prise de courant, ou un contact actif d'une fiche et le contact de Terre et/ou le contact pilote d'un socle de prise de courant.

La conformité est vérifiée par examen.

8.3 Il ne doit pas être possible d'établir des connexions unipolaires entre des fiches et des socles de prises de courant ou des prises mobiles de navire multipolaires, ou entre des socles de connecteurs de navire et des prises mobiles de navire. Il ne doit pas être possible d'établir des connexions unipolaires entre des appareils unipolaires et des appareils multipolaires.

Les connexions indésirables incluent les connexions unipolaires et autres connexions qui ne satisfont pas aux exigences de protection contre les chocs électriques.

La conformité est vérifiée par examen.

8.4 Comme les prolongateurs ne sont pas admis, il ne doit pas être possible d'accoupler une fiche et une prise mobile de navire.

La conformité est vérifiée par examen.

9 Protection contre les chocs électriques

9.1 Les appareils doivent être conçus de façon que les parties actives des socles de prises de courant et des prises mobiles de navire, équipés de leurs conducteurs comme en usage normal, et les parties actives des fiches et des socles de connecteurs de navire, lorsqu'ils sont partiellement ou complètement engagés dans les appareils complémentaires, ne soient pas accessibles (IP2X selon la CEI 60529).

Les contacts pilotes peuvent être accessibles s'ils sont utilisés à très basse tension.

NOTE Le contact du Neutre et les contacts pilotes des socles de prises de courant et des prises mobiles de navire sont considérés comme des parties actives. Les contacts pilotes ne sont pas considérés comme des parties actives s'ils sont utilisés à très basse tension.

De plus, il ne doit pas être possible d'établir un contact entre un contact d'une fiche ou d'un socle de connecteur de navire et un contact d'un socle de prise de courant ou d'une prise mobile de navire, tant qu'un contact quelconque est accessible.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par un essai sur l'échantillon équipé de ses conducteurs comme en usage normal.

Le doigt d'épreuve représenté sur la Figure 2 est appliqué dans toutes les positions possibles, un contact éventuel avec la partie considérée étant décelé électriquement, la tension étant de 40 V au moins.

9.2 Les appareils avec contact de Terre doivent être conçus de façon que

- lorsqu'on insère la fiche triphasée ou la prise mobile de navire,
 - la connexion de Terre soit établie avant les connexions de Phases,
 - la connexion du contact pilote soit établie après les connexions de Phases;
- lorsqu'on retire la fiche triphasée ou la prise mobile de navire,
 - la coupure du contact pilote ait lieu avant la coupure des connexions de Phases,
 - la coupure des connexions de Phases ait lieu avant la coupure de la connexion de Terre.

10 Dispositions en vue de la mise à la Terre

10.1 Les appareils doivent être pourvus d'un contact de terre et d'une borne de terre.

Les contacts de terre doivent être reliés de façon directe et sûre aux bornes de terre.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Les appareils unipolaires (Neutre) n'ont pas de contact de Terre.

10.2 Les parties métalliques accessibles des appareils 3P+T avec contact de terre qui sont susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut de l'isolation doivent être reliées de façon sûre à la ou aux bornes de Terre internes par construction.

NOTE 1 Pour l'application de cette exigence, les vis servant à fixer des bases, des couvercles ou des organes analogues ne sont pas considérées comme des parties accessibles susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut de l'isolation.

Si des parties métalliques accessibles sont séparées des parties actives par des parties métalliques reliées à une borne de Terre ou à un contact de Terre, ou si elles sont séparées des parties actives par une double isolation ou une isolation renforcée, elles ne sont pas considérées, pour l'application de cette exigence, comme susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut de l'isolation.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant:

On fait passer un courant de 25 A fourni par une source à courant alternatif dont la tension à vide ne dépasse pas 12 V entre la borne de Terre et chacune des parties métalliques accessibles successivement.

La chute de tension entre la borne de Terre et les parties métalliques accessibles est mesurée et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension.

En aucun cas, la résistance ne doit dépasser 0,05 Ω .

NOTE 2 On fera en sorte que la résistance de contact entre l'extrémité de la sonde de mesure et la partie métallique en essai n'influence pas les résultats de l'essai.

10.3 Les contacts de Terre doivent pouvoir supporter le passage d'un courant égal à celui spécifié pour les conducteurs de Terre, sans échauffement exagéré.

La conformité est vérifiée par l'essai de l'Article 21.

10.4 Les contacts de Terre doivent être protégés contre les détériorations mécaniques par une jupe ou un dispositif de garde analogue.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Cette exigence exclut l'emploi de contacts de Terre latéraux.

Tableau 1 – Taille des conducteurs à raccorder

Caractéristiques de l'appareil		Connexion interne ^a				Connexion de Terre externe éventuelle	
Tension maximale de l'appareil	Courant A	Câbles souples pour fiches et prises mobiles de navire ^a		Câbles souples pour socles de prise de courant et socles de connecteur de navire ^a			
kV		mm ² ^a	AWG/MCM ^b	mm ² ^a	AWG/MCM ^b		
		Contact pilote 1,5	Contact pilote 16	Contact pilote 1,5	Contact pilote 16		
7,2 (1P)	250	70 à 95	3/0 à 4/0	70 à 95	3/0 à 4/0	25	4
7,2 (3P+T)	350	120 à 185	250 à 350	120 à 185	250 à 350	25	4
12 (3P+T)	350	120 à 185	250 à 350	120 à 185	250 à 350	25	4
12 (3P+T)	500	185 à 240	350 à 500	185 à 240	350 à 500	25	4

^a Classification des conducteurs selon la CEI 60228 classe 5 (souple).

^b Les sections nominales des conducteurs sont données en millimètres carrés (mm²). Dans le cadre de cette norme, les valeurs AWG/MCM sont considérées comme équivalentes aux valeurs en millimètres carrés (mm²).

AWG (American Wire Gauge): calibres américains pour les fils. C'est un système d'identification dans lequel les diamètres sont en progression géométrique de la taille 36 à la taille 0000.

MCM (Mille Circular Mils): unité de surface pour les cercles. 1 MCM = 0,5067 mm²

11 Bornes et raccordements

11.1 Exigences communes aux bornes et raccordements

11.1.1 Les appareils Triphasés avec Terre et Neutre doivent être pourvus de bornes.

Les fiches et les prises mobiles de navire doivent être pourvues de bornes pour conducteurs souples (classe 5 – CEI 60228).

Les socles de prise de courant et les socles de connecteur de navire doivent être pourvus de bornes à la fois pour les conducteurs souples et les conducteurs à âmes câblées (classe 2 et classe 5 – CEI 60228).

11.1.2 Les bornes doivent être réalisées dans un métal présentant, dans les conditions spécifiques à l'équipement, une résistance mécanique, une conductibilité électrique et une résistance à la corrosion adéquates pour l'usage prévu.

Des exemples de métaux appropriés, lorsqu'ils sont utilisés dans les limites permises de température et dans des conditions normales de pollution chimique, sont les suivants:

- le cuivre;
- un alliage contenant au moins 58 % de cuivre pour les pièces travaillées à froid ou au moins 50 % pour les autres pièces;
- l'acier inoxydable contenant au moins 13 % de chrome et pas plus de 0,09 % de carbone;

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par analyse chimique.

11.1.3 Si le corps d'une borne de Terre ne fait pas partie intégrante de l'armature ou de l'enveloppe métallique de l'appareil, le corps doit être en l'une des matières prescrites en 11.1.2 pour les parties des bornes. Si le corps fait partie intégrante de l'armature ou de l'enveloppe métallique, la vis ou l'écrou de serrage doit être en une de ces matières.

Si le corps de la borne de Terre fait partie intégrante d'une armature ou d'une enveloppe en aluminium ou en alliage d'aluminium, des dispositions doivent être prises pour éliminer le risque de corrosion résultant du contact entre le cuivre et l'aluminium ou ses alliages.

NOTE L'exigence visant à éliminer le risque de corrosion n'exclut pas l'emploi de vis ou écrous en métal convenablement protégé.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par analyse chimique.

11.1.4 Les bornes doivent être fixées correctement sur l'appareil et ne doivent pas prendre de jeu quand on serre ou desserre les vis ou les écrous de serrage.

Les vis et les écrous pour le serrage des conducteurs ne doivent pas servir à fixer d'autres éléments.

Un recouvrement par de la matière de remplissage ou l'usage de résines durcissant à l'air, sans autre moyen de blocage, ne doivent pas être utilisés.

NOTE 1 L'organe de serrage pour l'âme du conducteur peut servir à empêcher la rotation ou le déplacement des contacts du socle de prise de courant ou de la fiche.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par l'essai de 24.1.

NOTE 2 Ces exigences n'excluent pas les bornes flottantes ni les bornes conçues de façon que la rotation ou le déplacement de la borne soit empêché par la vis ou l'écrou de serrage, pourvu que leur mobilité soit limitée de façon appropriée et ne nuise pas au bon fonctionnement de l'appareil.

11.1.5 Les bornes doivent être placées ou abritées de façon que

- des vis ou autres pièces se détachant des bornes ne puissent établir une connexion électrique quelconque entre des parties actives et des parties métalliques reliées à la borne de Terre;
- des conducteurs se détachant des bornes actives ne puissent toucher des parties métalliques reliées à la borne de Terre;
- des conducteurs se détachant de la borne de Terre ne puissent toucher des parties actives.

Cette exigence s'applique aussi aux bornes des conducteurs pilotes.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai à la main.

- 11.1.6** Après raccordement correct des conducteurs, il ne doit pas y avoir de risque de contact accidentel entre des parties actives de polarités différentes ou entre de telles parties et des parties métalliques accessibles, et si un brin d'une âme câblée vient à se détacher d'une borne, il ne doit pas y avoir de risque de voir des brins sortir de l'enveloppe.

La vérification est effectuée par examen.

11.2 Types de bornes

11.2.1 Bornes de conducteur

- 11.2.1.1** Les bornes pour le raccordement interne du ou des conducteurs de Terre doivent être du type à trou ou à sertir.

La vérification est effectuée par examen.

- 11.2.1.2** Les bornes pour le raccordement des conducteurs pilote doivent être du type à trou, à sertir ou à souder.

La vérification est effectuée par examen.

- 11.2.1.3** Le conducteur de Terre externe, s'il existe, peut utiliser des bornes à capot taraudé.

- 11.2.1.4** Les bornes pour le raccordement des conducteurs de Phase et de Neutre doivent être du type à sertir, à souder ou à trou.

La vérification est effectuée par examen.

- 11.2.2** Les bornes doivent permettre le raccordement de conducteurs en cuivre ou alliage de cuivre ayant les sections nominales indiquées dans le Tableau 1.

La conformité est vérifiée par l'essai qui suit et par ceux de 11.3.

Les calibres spécifiés à la Figure 6, ayant une section de mesure pour essayer l'insertibilité égale à la section maximale spécifiée dans les sections du Tableau 1, doivent pouvoir pénétrer dans les ouvertures des bornes sous leur propre poids jusqu'à la profondeur prévue de la borne.

Les bornes à vis qui ne peuvent pas être vérifiées par les calibres spécifiés à la Figure 6 sont essayées au moyen de calibres de forme spécialement adaptée ayant les mêmes sections que celles des calibres appropriés donnés à la Figure 6.

Pour les bornes à trou dans lesquelles l'extrémité du conducteur n'est pas visible, le trou destiné à recevoir le conducteur doit avoir une profondeur telle que la distance entre le fond du trou et la dernière vis soit au moins égale à la moitié du diamètre de la vis et en aucun cas inférieure à 1,5 mm.

La conformité est vérifiée par examen et mesurage.

- 11.2.3** Les bornes à vis doivent avoir une résistance mécanique appropriée.

Les vis et écrous pour le serrage doivent avoir un filetage ISO ou un filetage comparable en pas et en résistance mécanique.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures et par l'essai de 24.1. En plus des exigences de 24.1, les bornes ne doivent pas, après les essais, avoir subi de changements qui nuiraient à leur emploi ultérieur.

11.2.4 Les bornes à vis doivent être conçues de façon que le conducteur soit serré entre des surfaces métalliques avec une pression de contact suffisante, sans dommage pour le conducteur.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de type de 11.3.

11.2.5 Les vis ou écrous de serrage des bornes de Terre doivent être protégés efficacement contre un desserrage accidentel et il ne doit pas être possible de les desserrer sans l'aide d'un outil.

La conformité est vérifiée par examen, par un essai à la main et les essais correspondant de l'Article 11.

11.3 Essais mécaniques sur les bornes

11.3.1 Des bornes neuves sont équipées de nouveaux conducteurs et des sections minimale et maximale et sont essayés dans l'appareil indiqué à la Figure 9.

L'essai doit être effectué sur six échantillons: trois avec le conducteur de la section la plus petite et trois avec le conducteur de la plus grosse section.

La longueur du conducteur d'essai doit dépasser de 75 mm la hauteur H indiquée au Tableau 2.

Le cas échéant, les vis de serrage sont serrées au couple indiqué au Tableau 10. Autrement, le conducteur d'essai est raccordé à l'organe de serrage selon les instructions du constructeur.

Chaque conducteur est soumis à l'essai qui suit.

L'extrémité du conducteur est enfilée dans un manchon de la taille appropriée disposé dans un plateau placé à une hauteur H sous l'équipement comme indiqué au Tableau 2. Le manchon est disposé dans un plan horizontal de façon que son axe décrive une circonférence de 75 mm de diamètre dont le centre correspond au centre de l'organe de serrage dans le plan horizontal. Le plateau est ensuite soumis à une rotation de (10 ± 2) t/min.

La distance entre l'entrée de l'organe de serrage et la surface supérieure du manchon doit être égale à la hauteur indiquée au Tableau 2 avec une tolérance de ± 15 mm. Le manchon peut être lubrifié pour éviter la retenue, la torsion ou la rotation du conducteur isolé. Une masse, de la valeur indiquée au Tableau 2, est suspendue à l'extrémité libre du conducteur. La durée de l'essai est de 15 min.

Pendant l'essai le conducteur ne doit pas s'échapper de l'organe de serrage ni se rompre près de l'organe de serrage.

Les bornes ne doivent pas endommager le conducteur pendant cet essai de façon telle qu'il soit rendu impropre à une utilisation ultérieure.

Tableau 2 – Valeurs d'essai de flexion des conducteurs en cuivre

Taille du conducteur		Diamètre du trou du manchon	Hauteur ^a	Masse
mm ²	AWG/MCM			
		mm	mm	kg
1,5	16	6,5	260	0,4
2,5	14	9,5	280	0,7
4,0	12	9,5	280	0,9
6,0	10	9,5	280	1,4
10,0	8	9,5	280	2,0
16,0	6	13,0	300	2,9
25,0	4	13,0	300	4,5
35,0	2	14,5	300	6,8
50,0	0	15,9	343	9,5
70,0	00	19,1	368	10,4
95,0	000	19,1	368	14,0
120,0	250	22,2	406	14,0
150,0	300	22,2	406	15,0
185,0	350	25,4	432	16,8
240,0	500	28,6	464	20,0
^a Tolérance pour la hauteur <i>H</i> : ± 15 mm.				
NOTE Si le diamètre du trou du manchon n'est pas assez grand pour s'adapter au conducteur sans blocage, un manchon ayant un trou de dimension immédiatement supérieure peut être utilisé.				

11.3.2 La vérification est faite successivement avec la plus grande et la plus petite des sections spécifiées dans le Tableau 1, avec des conducteurs de classe 2 pour les bornes de socles de prise de courant ou de socles de connecteurs de navire et des conducteurs de classe 5 pour les bornes des fiches et des prises mobiles de navire.

Les conducteurs doivent être raccordés à l'ensemble de connexion et les vis de serrage ou écrous sont serrés aux deux tiers du couple indiqué dans le Tableau 10, à moins que le couple soit spécifié par le constructeur sur le produit ou dans une documentation.

Chaque conducteur doit être soumis à une force dont la valeur est précisée dans le Tableau 3, exercée dans la direction opposée à celle de l'insertion du conducteur. La force est appliquée sans à-coups pendant 1 min. La longueur maximale du conducteur essayé doit être de 1 m.

Pendant l'essai, le conducteur ne doit ni s'échapper de la borne ni se casser à l'entrée de l'élément de serrage, ou à l'intérieur de celui-ci.

Tableau 3 – Valeurs d'essai d'arrachement des conducteurs en cuivre

Taille du conducteur		Force de traction N
mm ²	AWG/MCM	
1,5	16	40
2,5	14	50
4	12	60
6	10	80
10	8	90
16	6	100
25	4	135
35	2	190
50	0	236
70	00	285
95	000	351
120	250	427
150	300	427
185	350	503
240	500	578

12 Dispositifs de verrouillage

12.1 En plus des contacts pilotes, un dispositif supplémentaire de verrouillage peut être incorporé dans les appareils faisant l'objet de la présente norme.

NOTE 1 Les verrouillages au moyen de contact pilotes/auxiliaires, et/ou interrupteur secondaire (par exemple microswitch, détecteur de proximité, fibre optique, ...) ne sont pas conçus pour assurer la mise sous tension et/ou la mise hors tension des câbles et du système. Une telle mise hors tension des câbles de puissance est nécessaire pour assurer la manutention en toute sécurité des câbles et des appareils faisant l'objet de la présente norme, et est effectuée depuis le navire ou depuis le quai selon la CEI/PAS 60092-510.

NOTE 2 Les contact pilotes/auxiliaires, et/ou interrupteur secondaire, sont prévus pour fournir l'information nécessaire au quai et au navire sur le statut des appareils.

Les contacts pilotes d'un socle de prise de courant ou d'une prise mobile de navire utilisés pour le verrouillage électrique peuvent être sous tension lorsqu'ils sont engagés ou non dans les contacts pilotes d'une fiche ou d'un socle de connecteur de navire, sous réserve qu'ils soient alimentés en très basse tension ou protégé au doigt de contact (IP2X selon la CEI 60529).

Le fonctionnement du verrouillage ne doit pas être entravé par l'usure normale de la partie de la fiche ou du socle de connecteur de navire utilisée pour assurer le verrouillage.

La conformité est vérifiée par examen.

12.2 Les appareils doivent être munis d'un dispositif de verrouillage à clef permettant de verrouiller les appareils en position connectée.

La conformité est vérifiée par examen.

Les appareils peuvent être munis d'un dispositif de consignation et d'étiquetage.

13 Résistance au vieillissement du caoutchouc et des matières thermoplastiques

Les parties en élastomère telles que les bagues d'étanchéité et les joints doivent être suffisamment résistantes au vieillissement.

La conformité est vérifiée par un essai de vieillissement accéléré exécuté dans une atmosphère qui a la composition et la pression de l'air ambiant.

Les échantillons sont suspendus librement dans une étuve à air chaud renouvelé par tirage naturel. La température de l'étuve et la durée de l'essai de vieillissement sont les suivantes:

(70 ± 2) °C et 10 jours (240 h), pour le caoutchouc;

(80 ± 2) °C et 7 jours (168 h), pour les matières thermoplastiques.

Après avoir laissé les échantillons revenir approximativement à la température ambiante, ils sont examinés et ne doivent présenter aucune craquelure visible à l'oeil nu, et la matière ne doit pas être devenue collante ou grasse.

Après l'essai, les échantillons ne doivent présenter aucun dommage entraînant la non-conformité à la présente norme.

En cas de doute, pour juger si la matière est devenue collante, l'échantillon est placé sur un des plateaux d'une balance, l'autre plateau étant chargé avec une masse égale à celle de l'échantillon plus 500 g. L'équilibre est alors rétabli en appuyant sur l'échantillon avec l'index entouré d'un chiffon sec en tissu à grosse trame.

Le tissu ne doit pas laisser de traces sur l'échantillon et la matière de l'échantillon ne doit pas coller au chiffon.

NOTE Il est recommandé d'utiliser une étuve chauffée électriquement. Le renouvellement de l'air par tirage naturel peut être réalisé au moyen de trous ménagés dans les parois de l'étuve.

14 Construction générale

14.1 Les surfaces accessibles des appareils ne doivent présenter ni bavures ni arêtes vives similaires.

La conformité est vérifiée par examen.

14.2 Les appareils doivent comporter le moyen d'assurer le degré de protection spécifié sur leur marquage quand ils sont complètement engagés dans l'appareil complémentaire.

S'il y a un bouchon attaché qui ne peut être enlevé sans l'aide d'un outil, alors la fiche doit également satisfaire à cette exigence lorsque le bouchon est fixé correctement.

Il ne doit pas être possible de démonter ce dispositif sans l'aide d'un outil.

Les ressorts de couvercle éventuels doivent être en une matière protégée contre la corrosion, telle que le bronze ou l'acier inoxydable ou autres matériaux satisfaisants suffisamment protégés contre la corrosion.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures et par les essais des Articles 18 et 19.

NOTE La fermeture complète et le degré de protection IP66H peuvent être obtenus au moyen d'un couvercle.

14.3 Les vis ou organes analogues pour la fixation des socles de prise de courant ou des socles de connecteur de navire, sur la surface d'appui, dans une boîte ou dans une enveloppe, doivent être facilement accessibles.

Ces organes de fixation, ainsi que ceux destinés à la fixation de l'enveloppe, ne doivent pas servir à d'autres fins, sauf dans le cas où une connexion interne de Terre est établie automatiquement et de façon sûre avec un tel organe de fixation.

La conformité est vérifiée par examen.

14.4 Les différentes parties des appareils doivent être fixées de façon sûre les unes aux autres de sorte qu'elles ne prennent pas de jeu en usage normal. Il ne doit pas être possible de démonter les appareils sans l'aide d'un outil.

La conformité est vérifiée par examen.

14.5 Il ne doit pas être possible pour l'utilisateur de modifier la position des contacts, ou des moyens de non-interchangeabilité des appareils.

NOTE Cela n'interdit pas le remplacement des contacts par l'utilisateur, selon les instructions du fabricant.

La conformité est vérifiée par un essai à la main pour s'assurer qu'une seule position de montage est possible.

14.6 Si des revêtements isolants sont utilisés, ils doivent avoir une résistance mécanique suffisante et doivent être fixés à l'enveloppe métallique de telle sorte qu'ils ne puissent être déplacés sans être sérieusement endommagés, ou être conçus de telle sorte qu'ils ne puissent être remis en place dans une position incorrecte.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 18.2 et de 23.2.

14.7 Les contacts doivent être auto-réglables de façon à assurer une pression de contact appropriée quand les appareils sont complètement connectés.

La conformité est vérifiée par l'essai d'échauffement de l'Article 21.

14.8 La force nécessaire à la connexion et la déconnexion des appareils ne doit pas excéder 240 N.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant: le socle de prise de courant et le socle de connecteur de navire sont installés dans la position préconisée par le fabricant. La fiche et la prise mobile de navire sont introduites et retirées de leur appareil complémentaire, sans câble.

Un dispositif d'assistance mécanique ou similaire peut être prévu pour faciliter les manœuvres de connexion et de déconnexion. La force requise pour manœuvrer ce dispositif ne doit pas excéder 240 N.

La conformité est vérifiée par examen et par essai à la main.

14.9 Les appareils ne doivent pas comporter de dispositif spécifique permettant le raccordement de plus d'un câble.

La conformité est vérifiée par examen.

14.10 Les appareils doivent être conçus de telle sorte qu'ils puissent être remontés seulement si la position relative des divers éléments est assurée correctement par rapport à la disposition initiale.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par un essai à la main.

14.11 Les contacts des appareils ne doivent pas pouvoir être remplacés sans l'aide d'un outil.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai à la main.

15 Construction des socles de prise de courant et des socles de connecteur de navire

15.1 Les socles de prises de courant et les socles de connecteur de navire doivent être construits de façon à permettre

- l'introduction et le serrage faciles des conducteurs dans les bornes;
- la mise en place correcte des conducteurs sans que leur enveloppe isolante vienne en contact avec des parties actives de polarité autre que celle du conducteur;
- la fixation facile des couvercles ou enveloppes après le raccordement des conducteurs.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai d'installation en utilisant des conducteurs de la plus forte section spécifiée dans le Tableau 1.

15.2 Les bornes des socles de prise de courant et des socles de connecteur de navire ne doivent pas comporter de dispositif spécifique permettant le raccordement de plus d'un conducteur.

La conformité est vérifiée par examen.

15.3 Les socles de prises de courant et les socles de connecteur de navire doivent assurer le degré de protection spécifié sur leur marquage quand ils ne sont pas engagés dans l'appareil complémentaire.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais des Articles 18 et 19.

16 Construction des prises mobiles de navire

16.1 L'enveloppe des prises mobiles de navire doit entourer complètement les bornes et l'extrémité du câble souple

La conformité est vérifiée par examen.

16.2 Les prises mobiles de navire doivent comporter le moyen d'assurer le degré de protection IP66/IP67H quand ils ne sont pas engagés dans l'appareil complémentaire.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais des Articles 18 et 19.

17 Construction des fiches

17.1 L'enveloppe des prises mobiles de navire doit entourer complètement les bornes et l'extrémité du câble souple.

La conformité est vérifiée par examen.

17.2 Les fiches doivent assurer le degré de protection IP66H spécifié sur leur marquage quand ils sont complètement engagés dans l'appareil complémentaire.

S'il y a un bouchon attaché qui ne peut être enlevé sans l'aide d'un outil, alors la fiche doit également satisfaire à cette exigence lorsque le bouchon est fixé correctement.

Il ne doit pas être possible de démonter ce dispositif sans l'aide d'un outil.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais des Articles 18 et 19.

17.3 Les fiches doivent être conçues de manière à permettre le raccordement correct des conducteurs selon les instructions du fabricant.

La conformité est vérifiée par examen.

18 Degrés de protection

18.1 Les appareils, à l'exclusion des socles de connecteur de navire, doivent avoir un degré de protection de IP66/IP67H.

Les socles de connecteur de navire doivent avoir un degré de protection d'au moins IP66H.

Le degré de protection IP des appareils n'est exigé que quand l'appareil est engagé dans son appareil complémentaire, ou lorsqu'il est muni d'un bouchon fixé, s'il existe.

La conformité est vérifiée par les essais appropriés des paragraphes suivants:

18.2 Les socles de prise de courant et les prises mobiles de navire montés comme en usage normal doivent assurer un degré de protection IP66H.

De plus, quand une fiche ou une prise mobile de navire est complètement engagée dans un socle de prise de courant ou un socle de connecteur de navire, le degré de protection IP66/IP67H doit être assuré.

La conformité est vérifiée par l'essai approprié ci-dessous.

Les essais sont effectués sur des appareils installés selon les instructions du fabricant, et équipés des câbles du plus petit et du plus grand diamètre selon le Tableau 1. Les presse-étoupes à vis et les vis de fixation des enveloppes et des couvercles sont serrés avec un couple égal aux deux tiers de la valeur indiquée au Tableau 10, sauf indication contraire du fabricant. Les couvercles et bouchons sont mis en place comme en usage normal.

Les socles de prises de courant et les prises mobiles de navire sont essayés avec l'appareil complémentaire engagé, et aussi sans l'appareil complémentaire, le dispositif assurant le degré de protection requis contre l'humidité étant mis en place comme en usage normal.

Les fiches et les socles de connecteur de navire sont testés avec le dispositif assurant le degré de protection requis contre l'humidité mis en place comme en usage normal.

18.3 Les appareils doivent être essayés conformément à 18.1 et à la CEI 60529.

Immédiatement après les essais, les échantillons doivent satisfaire à l'essai diélectrique spécifié à l'Article 19, et un examen doit montrer que l'eau n'a pas pénétré dans les échantillons en quantité appréciable et n'a pas atteint des parties actives.

18.4 Tous les appareils doivent résister aux conditions d'humidité susceptibles de se produire en usage normal.

La conformité est vérifiée par l'épreuve hygroscopique décrite dans ce paragraphe, suivie immédiatement de la mesure de la résistance d'isolement et de l'essai diélectrique spécifié à l'Article 19. Les entrées éventuelles de câbles sont laissées ouvertes; les appareils triphasés et unipolaires doivent être câblés comme en usage normal.

Les couvercles qui peuvent être enlevés sans l'aide d'un outil sont retirés et soumis en même temps que la partie principale à l'épreuve hygroscopique; les couvercles à ressorts sont maintenus ouverts pendant cette épreuve.

Deux jeux d'échantillons peuvent être conditionnés: l'un pour l'essai des contacts et circuits pilote, de signalisation et de communication en basse tension, l'autre pour l'essai des contacts et circuits de puissance. Pour les appareils unipolaires (Neutre), seul un jeu d'échantillons doit être conditionné.

L'épreuve hygroscopique est effectuée dans une enceinte humide contenant de l'air avec une humidité relative maintenue entre 91 % et 95 %. La température de l'air, en tout endroit où les échantillons peuvent être placés, est maintenue, à 1 °C près, à une valeur appropriée T comprise entre 20 °C et 30 °C.

Avant d'être placés dans l'enceinte humide, les échantillons sont portés à une température comprise entre T et $T + 4$ °C.

Les échantillons sont maintenus dans l'enceinte pendant 7 jours (168 h).

NOTE Dans la plupart des cas, les échantillons peuvent être portés à la température spécifiée en les laissant séjourner à cette température pendant 4 h au moins avant l'épreuve hygroscopique.

Une humidité relative de 91 % à 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), cette solution ayant une surface de contact avec l'air suffisamment étendue.

Les conditions imposées pour l'enceinte humide impliquent un brassage constant de l'air à l'intérieur, et, en général, une isolation thermique de l'enceinte.

Après cette épreuve, les échantillons ne doivent présenter aucun dommage, au sens de la présente norme.

19 Résistance d'isolement, rigidité diélectrique et test de décharge partielle

19.1 La résistance d'isolement et la rigidité diélectrique des appareils doivent avoir des valeurs appropriées.

Pour les circuits pilotes, la conformité est vérifiée par les essais de 19.3 et 19.4, qui sont exécutés immédiatement après l'essai de l'Article 18 dans l'enceinte humide, après remise en place des couvercles qui ont été éventuellement retirés.

Le conducteur de Terre doit être connecté à toute pièce conductrice accessible de l'enveloppe ou du cadre de l'appareil, et y compris une feuille métallique entourant fermement le corps de l'appareil.

NOTE Pour l'application de ces essais, le contact du Neutre, les contacts pilote et tout autre contact destiné à la signalisation, au contrôle ou à la communication, sont considérés chacun comme pôle.

Les appareils ayant des enveloppes en matière thermoplastique sont soumis à l'essai supplémentaire de 19.8.

19.2 Pour les contacts pilote, la résistance d'isolement est mesurée avec une tension continue de 500 V environ. La tension est appliquée pendant 1 min avant que la mesure soit effectuée.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 5 MΩ.

19.3 La résistance d'isolement est mesurée successivement

- a) *entre tous les pilotes reliés entre eux et la masse,*
- b) *à tour de rôle entre chaque pilote et les autres pilotes reliés entre eux à la masse,*
- c) *entre toute enveloppe métallique et une feuille métallique appliquée sur la face intérieure de son revêtement isolant, s'il existe, en laissant un intervalle de 4 mm environ entre la feuille métallique et le bord de ce revêtement.*

Les mesures doivent être effectuées tant avec une fiche ou un socle de connecteur de navire étant engagé que sans fiche ou socle de connecteur de navire engagé.

NOTE Le terme «masse» inclut toutes les parties métalliques accessibles, une feuille métallique appliquée sur la surface externe des parties extérieures en matériau isolant autres que les surfaces d'engagement des prises de courant mobiles et des fiches, les vis de fixation des bases, des enveloppes et des couvercles, les vis extérieures d'assemblage et les bornes de Terre éventuelles.

19.4 Rigidité diélectrique pour les contacts pilotes à basse tension

Une tension pratiquement sinusoïdale, de fréquence 50 Hz/60 Hz et dont la valeur est indiquée dans le Tableau 4 suivant, est appliquée pendant 1 min entre les parties énumérées en 19.3.

NOTE 1 Pour les parties énumérées en 19.3 qui ne sont pas utilisées dans les circuits de puissance [circuit pilote de contrôle, circuits de communication et autres circuits de signalisation et de contrôle], chaque circuit peut être testé séparément, à une tension d'essai basée sur la plus haute tension du circuit.

Tableau 4 – Tension d'essai de rigidité diélectrique des contacts pilotes

Tension d'isolement de l'appareil ^a V	Tension d'essai V
Jusqu'à 50 inclus	500
Au-dessus de 50 jusqu'à 500 inclus	2 000 ^b
^a La tension d'isolement est au moins égale à la tension nominale d'emploi la plus élevée.	
^b Cette valeur est élevée à 2 500 V pour les enveloppes métalliques recouvertes de matière isolante.	

Au début de l'essai, la tension appliquée ne dépasse pas la moitié de la valeur prescrite, puis elle est amenée rapidement à la pleine valeur.

Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni contournement ni perforation.

NOTE 2 Des effluves ne coïncidant pas avec une chute de tension ne sont pas retenues.

19.5 Test de décharge partielle pour les contacts haute tension

La décharge partielle doit être inférieure à 10 pC à 1,73 U₀ selon la CEI 60502-4, Tableau 4.

19.6 Test de tenue a.c. pour les contacts haute tension

La rigidité diélectrique des appareils doit avoir une valeur appropriée. Les essais doivent être réalisés selon la CEI 62271-1.

La conformité est vérifiée par les essais de 19.7 et 19.8, qui sont exécutés immédiatement après l'essai de 19.4 dans l'enceinte humide ou dans la chambre où les échantillons ont été portés à la température prescrite, après remise en place des couvercles qui ont été éventuellement retirés.

La tension d'essai doit être appliquée

- a) *entre chaque contact individuellement et la masse,*
- b) *entre le contact de Neutre et la masse,*
- c) *entre toute enveloppe métallique et une feuille métallique appliquée sur la face intérieure de son revêtement isolant, s'il existe, en laissant un intervalle de 4 mm environ entre la feuille métallique et le bord de ce revêtement.*

Pour les essais de a), la tension d'essai indiquée au Tableau 5 doit être appliquée, en raccordant tour à tour un conducteur de Phase du circuit principal à la borne haute tension de l'alimentation d'essai. Les autres conducteurs de Phase et les circuits pilotes, circuits de contrôle et de signalisation, s'ils existent, doivent être raccordés au conducteur de Terre ou au cadre et à la borne de Terre de l'alimentation d'essai.

Pour les essais de b), la tension d'essai indiquée au Tableau 5 doit être appliquée en raccordant le conducteur de Neutre à la borne haute tension de l'alimentation d'essai. L'enveloppe doit être raccordée au cadre et à la borne de Terre de l'alimentation d'essai.

Pour les essais de c), la tension d'essai indiquée au Tableau 5 doit être appliquée entre la feuille métallique appliquée sur la face intérieure et le conducteur de Terre, la masse ou le cadre et la feuille métallique appliquée sur la face extérieure.

Tableau 5 – Tension d'essai de rigidité diélectrique

Tension nominale kV (valeur efficace)	Tension de tenue assignée à fréquence industrielle pendant 1 min kV (valeur efficace)	Tension de tenue assignée aux chocs de foudre kV valeur de crête
7,2	20	60
12	32	75

Tension de tenue assignée aux chocs de foudre: les appareils doivent résister à 10 impulsions sur chaque polarité sans décharge disruptive.

Tension de tenue assignée à fréquence industrielle: au début de l'essai, la tension appliquée ne dépasse pas la moitié de la valeur prescrite, puis elle est amenée rapidement à la pleine valeur pendant 1 min. Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni contournement ni perforation.

La conformité est vérifiée par l'essai de 19.6, exécuté immédiatement après l'essai de 19.4 dans l'enceinte humide ou dans la chambre où les échantillons ont été portés à la température prescrite, après remise en place des couvercles qui ont été éventuellement retirés.

NOTE Pour l'application de ces essais, les contacts pilote ne sont pas considérés comme des pôles.

19.7 Selon les essais de 19.6, la séquence de tests suivante doit être effectuée:

- fonctionnement normal selon l'Article 20, suivi par
- essai d'échauffement selon l'Article 21, suivi de
- un nouveau test de rigidité diélectrique selon 19.6.

NOTE 1 Pour l'application de ces essais, le câble peut être recâblé ou remplacé, au choix du fabricant.

NOTE 2 A la suite de l'essai d'échauffement, les contacts sont essuyés avec un chiffon sec ou les opérations de maintenance équivalentes de nettoyage à sec sont appliquées, telles que décrites dans la notice du fabricant.

NOTE 3 Il convient que l'épreuve hygroscopique ne soit pas recommencée avant l'essai diélectrique de ce paragraphe.

19.8 Immédiatement après l'essai de 19.4 et 19.6, on doit vérifier que, pour les appareils avec enveloppe thermoplastique, les moyens d'assurer la non-interchangeabilité ne sont pas détériorés.

20 Fonctionnement normal

Les appareils doivent supporter, sans usure excessive ni autre dommage, les contraintes mécaniques, électriques et thermiques qui se présentent en usage normal.

La conformité est vérifiée en essayant tout appareil avec un appareil complémentaire neuf conforme à la norme correspondante.

Pour l'essai, la position doit être comme en usage normal, comme indiqué par le fabricant. En l'absence d'indication, les appareils sont testés en position horizontale.

Les appareils sont testés en 350 cycles. Un cycle signifie que la fiche ou la prise mobile de navire est connectée puis déconnectée du socle de prise de courant ou socle de connecteur de navire. Autant que possible, les 350 cycles doivent être consécutifs. Les vitesses de connexion et de déconnexion doivent correspondre au fonctionnement normal des appareils, ou suivre les recommandations du fabricant.

NOTE 1 Pour cet essai, les fonctions de verrouillage ou d'accrochage peuvent être mises hors-service au choix du fabricant.

Pendant l'essai, les contacts des appareils ne doivent être ni ajustés, ni lubrifiés ou remis en état.

Après l'essai, les échantillons ne doivent présenter

- *ni usure nuisible à l'emploi ultérieur de l'appareil ou de son dispositif de verrouillage éventuel;*
- *ni dégradation des enveloppes ou des cloisons;*
- *ni dommage aux orifices d'entrée des contacts de la fiche susceptible d'empêcher un fonctionnement satisfaisant;*
- *ni desserrage des connexions électriques ou mécaniques;*
- *ni écoulement de matière de remplissage.*

Les ressorts des couvercles éventuels sont essayés en effectuant un nombre d'ouvertures et de fermetures complètes du couvercle, le nombre d'ouvertures étant égal au nombre de cycles.

NOTE 2 Cet essai peut être combiné avec l'essai des appareils.

21 Echauffement

21.1 Les appareils doivent être construits de façon que l'échauffement en usage normal ne soit pas excessif.

La conformité est vérifiée en essayant chaque appareil avec un appareil complémentaire neuf conforme à la norme correspondante.

Le courant d'essai est un courant alternatif dont la valeur est indiquée dans le Tableau 6.

Les appareils sont équipés de conducteurs de la section spécifiée dans le Tableau 6, les vis ou écrous des bornes éventuels étant serrés avec un couple égal à celui spécifié sur le produit ou dans la documentation du constructeur ou aux deux tiers de celui spécifié dans le Tableau 10.

Pour cet essai, une longueur d'au moins 2 m de câble est raccordée aux bornes.

Les appareils non démontables sont essayés en l'état de livraison.

Pour les appareils triphasés, le courant d'essai doit passer à travers les contacts de Phase.

Un autre essai séparé doit être effectué avec le courant d'essai passant à travers le contact de Terre et le contact de Phase le plus proche.

Le courant nominal des contacts pilotes doit passer à travers les contacts pilotes pendant chacun de ces essais.

Tableau 6 – Courants d'essai et sections des conducteurs pour l'essai d'échauffement

Courant nominal A	Courant d'essai A	Courant d'essai des contacts pilotes A	Taille des conducteurs	
			mm ²	AWG
250 (1P)	Courant nominal	Courant nominal	95	4/0
350 (3P+E)	Courant nominal	Courant nominal	185	350
500 (3P+E)	Courant nominal	Courant nominal	240	500

L'essai dure jusqu'à ce que la température se stabilise (c'est-à-dire pas de variation de plus de 2 K par heure). La température est déterminée au moyen de montres fusibles, d'indicateurs à changement de couleur ou de couples thermoélectriques qui sont choisis et placés de façon qu'ils aient un effet négligeable sur la température à déterminer.

L'échauffement des bornes ne doit pas dépasser 50 K.

21.2 Température de surface

L'utilisation des appareils à l'extérieur des bâtiments, leur exposition directe au rayonnement solaire, combinées avec une température ambiante élevée, peuvent conduire à des températures élevées des surfaces susceptibles d'être touchées.

Le fabricant doit fournir dans son manuel d'utilisation les recommandations nécessaires sur la façon de manœuvrer les appareils dans de telles circonstances.

La température maximale admissible des parties de fiche et de prise mobile de navire pouvant être saisies pendant l'utilisation normale, une fois essayées avec l'appareil soumis au courant assigné maximal, figure au Tableau 7.

Tableau 7 – Température maximale de surface

	Température de surface maximale admissible °C	Échauffement à une température ambiante ne dépassant pas 45 °C K
Partie accessible devant être touchée en usage normal	70	25
Partie accessible ne devant pas être touchée en usage normal	80	35

La conformité est vérifiée par l'essai de 21.1 à une température ambiante de (25 ± 5) °C, corrigée à une ambiance de 45 °C.

NOTE Les appareils utilisés à l'intérieur des bâtiments ou dans des environnements à température contrôlée peuvent être évalués à une température ambiante de 25 °C.

22 Câbles souples et leur raccordement

22.1 Les fiches et les prises mobiles de navire doivent être pourvues d'un dispositif d'ancrage de câble de façon que

- les extrémités des conducteurs ne soient soumises à aucun effort de traction ni de torsion lorsqu'ils sont raccordés aux bornes,
- les conducteurs et le revêtement des câbles soient protégés contre l'abrasion et la détérioration.

Les dispositifs d'ancrage de câble doivent être conçus de façon que le câble ne puisse pas toucher les parties métalliques accessibles ni les parties métalliques internes, par exemple les vis du dispositif d'ancrage de câble, si celles-ci sont en contact avec les parties métalliques accessibles, à moins que les parties métalliques accessibles ne soient reliées à la borne de Terre interne.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de l'Article 22.2.

22.2 Exigences pour les fiches et les prises mobiles de navire

Les fiches et les prises mobiles de navire doivent pouvoir recevoir un câble souple conforme à l'Annexe B de la CEI/PAS 60092-510, à la CEI 60502-4, ou à l'un des types spécifiés dans le Tableau 8, la section nominale étant au moins égale à celle indiquée au Tableau 1.

Le conducteur relié à la borne de Terre doit être repéré par la combinaison de couleurs vert/jaune. La section nominale du conducteur de Terre doit être au moins égale à la moitié de celle des conducteurs de Phase.

NOTE Dans certains pays, la couleur verte peut être utilisée pour identifier le conducteur de Terre.

Le conducteur séparé de Neutre éventuel doit avoir une section nominale au moins égale à celle des Phases.

Le conducteur pilote éventuel doit avoir une section nominale au moins égale à 1,5 mm².

La conformité est vérifiée par examen.

- La façon de réaliser la protection contre la traction et de prévenir la torsion doit être facile à reconnaître. Si un des éléments n'est pas en place dans l'appareil comme prévu, une notice d'instructions doit être fournie pour identifier les parties nécessaires et la méthode de montage.
- La conception du dispositif d'ancrage de câble doit être telle que l'ancrage ou ses éléments soient correctement positionnés par rapport à l'appareil lorsqu'il est assemblé.
- Les dispositifs d'ancrage de câble ne doivent présenter vers le câble aucune arête vive et doivent être conçus de façon que le dispositif d'ancrage ou tous ses éléments ne risquent pas d'être perdus lorsque l'enveloppe de l'appareil, et non le dispositif d'ancrage de câble, est ouverte.
- Des méthodes présentant le caractère d'un expédient, comme le procédé qui consiste à faire un nœud avec les conducteurs ou à les attacher avec une ficelle, ne sont pas permises.
- Les dispositifs d'ancrage de câble et les entrées de câbles doivent être efficaces pour les différents types de câbles souples qui peuvent être raccordés.

Si une entrée de câble est munie d'un manchon destiné à éviter la détérioration du câble, ce manchon doit être en matière isolante et ne doit présenter ni bavures ni aspérités.

Si un épanouissement progressif vers l'extérieur est prévu, le diamètre à l'extrémité doit être au moins égal à 1,5 fois le diamètre du câble de la plus forte section à connecter.

Des hélices en fil métallique, nu ou recouvert de matière isolante, ne sont pas admises comme manchons pour le câble.

La conformité est vérifiée par examen.

Les fiches et les prises mobiles de navire, équipées d'un câble souple conforme à la CEI 60228 classe 5 (souple), doivent être soumises à un essai de traction dans un appareil analogue à celui représenté en Figure 4, suivi d'un essai de torsion.

**Tableau 8 – Câbles souples, types et dimensions;
y compris type et taille des conducteurs**

Tension kV	Courant nominal A	Taille des conducteurs		Type de conducteur	Type de câble CEI 60092-354 ou IEEE 1580	Diamètre extérieur approximatif du câble mm	
		Mm ²	AWG/ MCM			1P (Neutre)	3 P+  + pilotes
7,2	250	70	3/0	IEC 60228 classe 5 (souple)	a	24,1	N/A
7,2	250	95	4/0	IEC 60228 classe 5 (souple)	a	25,2	N/A
7,2	350	120	250	IEC 60228 classe 5 (souple)	a	N/A	78,8
7,2	350	185	350	IEC 60228 classe 5 (souple)	a	N/A	86,4
12	350	120	250	IEC 60228 classe 5 (souple)	a	N/A	78,8
12	350	185	350	IEC 60228 classe 5 (souple)	a	N/A	86,4
12	500	185	350	IEC 60228 classe 5 (souple)	a	N/A	86,4
12	500	240	500	IEC 60228 classe 5 (souple)	a	N/A	92,7
a A l'étude							

Les conducteurs des câbles des appareils démontables sont introduits dans les bornes dont les vis sont serrées juste assez pour que les conducteurs ne puissent pas changer de position aisément.

Le dispositif d'ancrage de câble est utilisé de la manière normale, les vis de serrage étant serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui spécifié en 24.1. Après remontage de l'échantillon, les presse-étoupe éventuels étant mis en place, les parties constitutives doivent joindre exactement et on ne doit pas pouvoir repousser le câble à l'intérieur de l'échantillon d'une quantité appréciable.

L'échantillon est fixé dans l'appareil d'essai de façon que l'axe du câble soit vertical à l'entrée dans l'échantillon.

Le câble est ensuite soumis 100 fois à une force dont la valeur est indiquée dans le Tableau 9. La force est appliquée sans secousse, chaque fois pendant 1 s.

Aussitôt après, le câble est soumis, pendant 1 min, à un couple dont la valeur est indiquée dans le Tableau 9.

Tableau 9 – Valeurs d'amarrage des câbles

Courant nominal A	Conducteurs	Force de traction N	Couple Nm
250	Neutre	1334	10,8
350	3P+T+ pilotes	1334	10,8
500	3P+T+ pilotes	2668	16,3

Pendant les essais, le câble ne doit pas être endommagé.

Après les essais, le câble ne doit pas s'être déplacé de plus de 2 mm. Pour les appareils démontables, les extrémités des âmes ne doivent pas s'être déplacées sensiblement dans les bornes; pour les appareils non démontables, les connexions électriques ne doivent pas être interrompues.

Pour mesurer le déplacement longitudinal, on fait, avant les essais, une marque sur le câble, à une distance de 2 cm environ de l'extrémité de l'échantillon ou du dispositif d'ancrage. Si, pour les appareils non démontables, il n'y a pas d'extrémité définie de l'échantillon, on fait une marque additionnelle sur le corps de l'échantillon.

Après les essais, on mesure le déplacement de la marque sur le câble par rapport à l'échantillon ou au dispositif d'ancrage.

23 Résistance mécanique

23.1 Résistance au choc

Les appareils doivent avoir une résistance au choc de IK10 selon la CEI 62262.

Les socles de prises de courant et les prises mobiles de navire sont testés comme en usage normal, avec et sans l'appareil complémentaire engagé, le dispositif permettant d'assurer le degré de protection contre l'humidité étant en place comme en usage normal.

Les fiches et les socles de connecteur de navire sont testés, le dispositif permettant d'assurer le degré de protection contre l'humidité étant en place comme en usage normal.

Les vis de fixation des enveloppes et des couvercles sont serrées à un couple égal au deux-tiers de la valeur indiquée au Tableau 10, sauf indication différente du fabricant. Les couvercles et bouchons, le cas échéant, sont fermés comme en usage normal.

La machine d'essai est réglée de façon à effectuer les coups où ils sont susceptibles de se produire en usage normal.

Les coups sont effectués avec le marteau pendulaire décrit dans la CEI 60068-2-75, essai Eha.

Après l'essai, les échantillons ne doivent pas présenter de dommage au sens de la présente norme.

23.2 Essai de chute

Les appareils démontables sont équipés du câble souple du type le plus léger de la plus petite section pour les calibres correspondants spécifiés dans le Tableau 1.

Le câble, qui a une longueur d'environ 2,25 m, est fixé par son extrémité libre à un mur à 120 cm de hauteur au-dessus du sol, comme indiqué en la Figure 5.

Le câble étant tendu horizontalement, on laisse tomber l'échantillon sur un sol en béton. Cette opération est effectuée huit fois, en faisant tourner le câble chaque fois de 45° à son point de fixation.

Après l'essai, les échantillons ne doivent présenter aucun dommage au sens de la présente norme; en particulier, aucune partie ne doit s'être détachée ou desserrée.

Pour les appareils ayant une enveloppe en matière thermoplastique, les moyens d'assurer la non-interchangeabilité ne doivent pas être détériorés.

NOTE De petites ébréchures et de faibles enfoncements qui n'affectent pas la protection contre les chocs électriques ou l'humidité ne sont pas retenus.

24 Vis, parties transportant le courant et connexions

24.1 Les assemblages et les connexions électriques doivent être capables de résister aux efforts mécaniques qui se produisent en usage normal.

Les vis destinées à assurer des contacts et les vis qui sont manœuvrées lors du montage de l'appareil ou du raccordement des conducteurs et ont un diamètre nominal inférieur à 3,5 mm doivent se visser dans des écrous en métal ou comportant une garniture métallique taraudée.

La conformité est vérifiée par examen et, pour les vis et les écrous destinés à assurer des contacts ou qui sont manœuvrés lors du montage de l'appareil ou du raccordement des conducteurs, par l'essai suivant.

Les vis ou les écrous sont serrés et desserrés

- dix fois s'il s'agit de vis s'engageant dans un écrou en matière isolante;*
- cinq fois pour les écrous et les autres vis.*

Les vis s'engageant dans un écrou en matière isolante sont à chaque fois retirées complètement et engagées à nouveau.

Ces retraits et engagements des vis et écrous doivent être effectués à une allure telle que le filet dans le matériau isolant ne subisse aucun échauffement du fait de la friction.

Pour l'essai des vis et écrous des bornes, on place dans la borne l'âme d'un conducteur en cuivre de la plus forte section spécifiée au Tableau 1, rigide (massive ou câblée) pour les socles de prises de courant et les socles de connecteur de navire, et souple pour les fiches et les prises mobiles de navire.

L'essai est effectué à l'aide d'un tournevis ou d'une clé appropriés. Le couple maximal appliqué lors du serrage est égal à celui indiqué dans le Tableau 10, ce couple étant toutefois majoré de 20 % dans le cas des vis s'engageant dans un taraudage pratiqué dans un trou qui est obtenu par enfoncement, lorsque la longueur de l'extrusion dépasse 80 % de l'épaisseur initiale du métal.

Si le constructeur spécifie, pour les vis des bornes, un couple supérieur aux valeurs données dans le Tableau 10, ce couple spécifié doit être appliqué lors des essais.

Tableau 10 – Tailles de vis et valeurs de couples d'essai

Valeurs métriques normalisées	Diamètre nominal de la partie filetée mm	Couple Nm		
		I	II	III
2,5	Jusqu'à 2,8 inclus	0,2	0,4	0,4
3,0	Au dessus de 2,8 jusqu'à 3,0 inclus	0,25	0,5	0,5
–	Au dessus de 3,0 jusqu'à 3,2 inclus	0,3	0,6	0,6
3,5	Au dessus de 3,2 jusqu'à 3,6 inclus	0,4	0,8	0,8
4,0	Au dessus de 3,6 jusqu'à 4,1 inclus	0,7	1,2	1,2
4,5	Au dessus de 4,1 jusqu'à 4,7 inclus	0,8	1,8	1,8
5,0	Au dessus de 4,7 jusqu'à 5,3 inclus	0,8	2,0	2,0
6,0	Au dessus de 5,3 jusqu'à 6,0 inclus	1,2	2,5	3,0
8,0	Au dessus de 6,0 jusqu'à 8,0 inclus	2,5	3,5	6,0
10,0	Au dessus de 8,0 jusqu'à 10,0 inclus		4,0	10,0
12,0	Au dessus de 10,0 jusqu'à 12,0 inclus			14,0
14,0	Au dessus de 12,0 jusqu'à 15,0 inclus			19,0
16,0	Au dessus de 15,0 jusqu'à 20,0 inclus			25,0
20,0	Au dessus de 20,0 jusqu'à 24,0 inclus			36,0
24,0	Au dessus de 24,0			50,0
<i>La colonne I s'applique aux vis sans tête qui ne font pas saillie par rapport à l'écrou au moment du serrage, et aux autres vis qui ne peuvent pas être serrées à l'aide d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre de la vis.</i> <i>La colonne II s'applique à d'autres vis et écrous que l'on serre à l'aide d'un tournevis.</i> <i>La colonne III s'applique aux vis et écrous que l'on peut serrer par d'autres moyens qu'un tournevis.</i>				

A chaque fois que la ou les vis de serrage et le ou les écrous sont desserrés, un nouveau conducteur doit être utilisé pour la connexion suivante.

Lorsqu'une vis a une tête hexagonale prévue pour être serrée à l'aide d'un tournevis et que les valeurs des colonnes II et III sont différentes, l'essai est effectué deux fois, d'abord en appliquant à la tête hexagonale le couple spécifié dans la colonne III puis, en prenant un autre jeu d'échantillons, en appliquant le couple spécifié dans la colonne II à l'aide d'un tournevis. Si les valeurs des colonnes II et III sont identiques, seul l'essai avec le tournevis est effectué.

Après l'essai pour les vis ou écrous de serrage, l'élément de serrage ne doit pas avoir subi de changements qui compromettent son utilisation ultérieure.

NOTE 1 Pour les bornes à capot taraudé, le diamètre nominal spécifié est celui du goujon fendu.

Pour les bornes à capot taraudé dans lesquelles le capot est serré par d'autres moyens qu'un tournevis et pour lesquelles le diamètre nominal de la vis dépasse 10 mm, la valeur du couple de torsion est à l'étude.

Les vis et les écrous qui sont manœuvrés lors du montage de l'appareil ou du raccordement des conducteurs comprennent les vis ou écrous des bornes, les vis d'assemblage, les vis de fixation des couvercles, etc., mais non les assemblages réalisés au moyen des conduits filetés et les vis destinées à fixer les socles de prises de courant ou les socles de connecteurs de navire à la surface d'appui.

La forme de la lame du tournevis d'essai doit être adaptée à la tête de la vis à essayer.

Les vis et les écrous ne doivent pas être serrés par secousses.

NOTE 2 Les détériorations subies par les couvercles ne sont pas retenues.

Les connexions vissées auront déjà été partiellement vérifiées lors de l'essai des Articles 21 et 23.

24.2 Les vis s'engageant dans un trou taraudé en matière isolante et qui sont manœuvrées lors du montage de l'appareil ou du raccordement des conducteurs doivent avoir une longueur de la partie filetée engagée au moins égale à 3 mm plus le tiers du diamètre nominal de la vis, ou 8 mm, selon la valeur la plus faible.

Une introduction correcte de la vis dans le trou taraudé doit être assurée.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures et par un essai à la main.

NOTE L'exigence concernant l'introduction correcte est satisfaite si l'introduction en biais de la vis est évitée, par exemple au moyen d'un guidage prévu sur la partie à fixer, par un retrait dans le trou taraudé ou par l'emploi d'une vis dont le début du filet a été enlevé.

24.3 Les connexions électriques doivent être disposées de façon que la pression de contact ne soit pas transmise par des matériaux isolants autres que la céramique, du mica pur ou d'autres matériaux dont les caractéristiques ne sont pas inférieures à moins que les pièces métalliques n'aient une élasticité suffisante pour compenser toute contraction ou expansion du matériau isolant.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE L'aptitude du matériau à remplir la fonction est établie en tenant compte de sa stabilité dimensionnelle.

24.4 Les vis et les rivets, utilisés à la fois pour des connexions électriques et mécaniques, doivent être protégées contre le desserrage.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai à la main.

NOTE Des rondelles élastiques peuvent procurer une protection suffisante.

Dans le cas des rivets, un axe non circulaire ou une entaille appropriée peut être suffisant.

L'utilisation de matière de remplissage qui se ramollit sous l'influence de la chaleur ne protège efficacement contre le desserrage que les connexions à vis qui ne sont pas soumises à des efforts de torsion en usage normal.

24.5 Les parties transportant le courant, autres que les bornes, doivent être

- soit en cuivre;
- soit en un alliage contenant au moins 50 % de cuivre;
- soit en un autre métal résistant aussi bien que le cuivre à la corrosion et ayant des propriétés mécaniques au moins équivalentes.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par une analyse chimique.

NOTE Les exigences relatives aux bornes figurent à l'Article 11.

24.6 Les contacts qui sont soumis au frottement en usage normal doivent être en un métal résistant à la corrosion ou être essayés selon l'Article 26.

Les ressorts assurant l'élasticité des alvéoles doivent être en un métal résistant à la corrosion ou être efficacement protégés contre la corrosion et être essayés selon l'Article 26.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par une analyse chimique.

25 Résistance à la chaleur, au feu et aux courants de cheminement

25.1 Les appareils doivent être suffisamment résistants à la chaleur.

La conformité est vérifiée par les essais de 25.2 et 25.3.

25.2 Les échantillons sont maintenus pendant 1 h dans une étuve à une température de $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Ils ne doivent subir aucune modification qui nuirait à leur emploi ultérieur, et la matière de remplissage ne doit pas avoir coulé au point que des parties actives soient devenues apparentes.

Les marques et indications doivent être encore facilement lisibles.

NOTE Un simple déplacement de la matière de remplissage n'est pas retenu.

25.3 Les parties en matériau isolant sont soumises à un essai à la bille selon la CEI 60695-10-2.

L'essai est effectué dans une étuve à une température de

$(125 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pour les parties supportant des parties actives d'appareils démontables;

$(80 \pm 3) ^\circ\text{C}$ pour les autres parties.

Pour les matières qui présentent des déformations, ce diamètre ne doit pas être supérieur à 2 mm.

NOTE 1 Pour les matériaux élastomères, un essai est à l'étude.

NOTE 2 L'essai n'est pas effectué sur des parties en matière céramique.

25.4 Les parties extérieures en matériau isolant et les parties en matériau isolant maintenant en place les parties actives d'appareils doivent résister à une chaleur anormale et au feu.

Les conducteurs externes ne doivent pas être considérés comme maintenant en place les parties actives.

En cas de doute pour déterminer si un matériau isolant est nécessaire pour maintenir en place les parties actives et les parties du circuit de Terre, l'appareil est examiné sans conducteurs, tout en étant maintenu dans les positions les plus susceptibles de causer un déplacement des parties porteuses de courant ou des parties du circuit de terre sans le matériau isolant en question.

La conformité est vérifiée par l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11 avec les spécifications suivantes.

La température de l'extrémité du fil incandescent est

- *$(650 \pm 10) ^\circ\text{C}$ pour les parties en matériau isolant non nécessaires pour maintenir en place les parties transportant du courant et les parties du circuit de Terre, même si elles sont en contact avec eux;*

NOTE Les essais ne sont pas faits sur les presse-étoupe et les composés de scellement.

- *$(850 \pm 15) ^\circ\text{C}$ pour les parties en matériau isolant nécessaires pour maintenir en place les parties transportant du courant et les parties du circuit de Terre.*

L'extrémité du fil incandescent est appliquée aux emplacements suivants:

- au milieu d'une pièce extérieure pour chaque matériau autre que les presse-étoupe et les composés de scellement;
- au milieu de chaque pièce isolante portant les contacts pour chaque matériau utilisé.

L'extrémité est appliquée contre des surfaces plates et non pas sur des rainures, des entrées défonçables, des cavités ou des arêtes vives et si possible pas à moins de 9 mm des coins des appareils.

L'essai est effectué sur un échantillon. En cas de doute sur l'interprétation des résultats, l'essai est répété sur deux autres échantillons.

On considère que l'échantillon a satisfait à l'essai au fil incandescent

- *s'il n'y a pas de flamme visible et pas d'incandescence qui se maintient, ou*
- *si les flammes ou l'incandescence de l'échantillon ou de l'environnement s'éteignent en 30 s après que l'on a retiré le fil incandescent et que les parties environnantes n'ont pas brûlé complètement. Il ne doit y avoir aucune inflammation durable du papier de soie.*

25.5 Les parties en matière isolante supportant des parties actives doivent être en une matière résistant aux courants de cheminement.

Pour les matières autres que la céramique, la conformité est vérifiée par l'essai de la CEI 60112 avec les paramètres suivants:

- *essai IRC;*
- *solution a;*
- *tension appliquée 175 V.*

Il ne doit se produire ni contournement ni claquage entre les électrodes avant qu'il soit tombé au total 50 gouttes.

26 Corrosion et résistance à la rouille

Les appareils et leurs moyens de montage doivent être construits pour résister à la corrosion d'un environnement marin.

Les parties en métaux ferreux, y compris les enveloppes, doivent être protégées efficacement contre la rouille.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les pièces à essayer sont soumises au brouillard salin en utilisant la méthode d'essai au brouillard salin ASTM B117-1985, et en employant une solution salée à 5 % (en poids), pendant 200 h. A la fin de l'essai, les pièces sont retirées de l'enceinte et lavées à l'eau courante à une température ne dépassant pas 38 °C, pour éliminer de la surface les dépôts de sel. Les pièces sont séchées immédiatement. La corrosion de surface peut être éliminée par un léger brossage, si nécessaire, pour observer la corrosion de la surface sous-jacente.

Les pièces sont acceptables si, à la fin de l'essai, elles ne présentent pas de creusement, de craquelure ou autre dégradation plus sévère que celle résultant du même test sur de l'acier inox AISI type 304 passivé.

NOTE Exception: une enveloppe construite en acier inoxydable AISI Type 304 ou Type 316 n'a pas à être soumise à cet essai.

27 Essai de tenue au courant de court-circuit potentiel

27.1 Les socles de prise de courant et les fiches correspondantes ainsi que les prises mobiles de navire et les socles de connecteur de navire doivent avoir

- une tenue minimum au courant de court-circuit potentiel de
 - 25 kA (valeur efficace)/1 s pour les appareils 500 A 12 kV,
 - 16 kA (valeur efficace)/1 s ou 25 kA (valeur efficace)/1 s pour les appareils 350 A 7,2 kV,
 - 25 kA (valeur efficace)/1 s pour les appareils 350 A 12 kV, et
 - 25 kA (valeur efficace)/1 s pour les appareils 250 A 7,2 kV;
- une tenue maximum de résistance au courant de court-circuit de crête de 40 kA.

La conformité est vérifiée en essayant chaque socle de prise de courant et sa fiche correspondante, avec un socle de prise de courant et une fiche neuve conformes à la présente norme, et chaque prise mobile de navire et socle de connecteur de navire correspondant, avec une prise mobile de navire et un socle de connecteur de navire neufs conformes à la présente norme.

27.2 Calibrages et conditions d'essai

L'essai est applicable à un socle de prise de courant neuf et à une fiche correspondante neuve, montés comme en usage normal et connectés conformément aux indications de 27.3.

L'essai est applicable à une prise mobile de navire neuve et à un socle de connecteur de navire neuf, montés comme en usage normal et connectés conformément aux indications de 27.3.

Différents nombres de pôles pour le même courant nominal et la même construction sont considérés comme représentatifs du type.

Le dispositif de protection contre les courts-circuits doit être un fusible de type «gG» pour applications générales, conforme aux exigences de la CEI 60269-1 et de la CEI 60269-2 et ayant des calibres identiques à ceux des socles de prise de courant et des fiches correspondantes.

Dans le cas où un fusible de calibre égal au courant nominal de l'appareil essayé n'existe pas, un fusible de calibre immédiatement supérieur doit être utilisé.

Les informations techniques concernant le fusible, de même que son courant de coupure limité, doivent être indiqués dans le rapport d'essai.

Le fusible (F1) doit être installé entre la source d'énergie et le socle de prise de courant et la fiche correspondante, ou la prise mobile de navire et le socle de connecteur de navire essayés.

La tension d'essai doit être identique à la tension nominale d'emploi des appareils essayés.

Aucune valeur de facteur de puissance ni de constante de temps ne sont spécifiées pour cet essai.

Les tolérances suivantes doivent être appliquées lors de cet essai:

- courant: de 95 % à 105 %;*
- tension: de 100 % à 105 %;*
- fréquence: de 95 % à 105 %.*

27.3 Circuit d'essai

a) *La Figure 9 donne les schémas du circuit à utiliser pour l'essai des appareils triphasés en triphasée a.c.. La Figure 10 donne les schémas du circuit à utiliser pour l'essai des appareils triphasés plus un appareil séparé de Neutre, en triphasée a.c.*

b) *La source d'énergie S alimente un circuit composé des résistances R_1 , des réactances X et de l'appareil D à l'essai.*

Dans tous les cas, la source doit avoir une puissance suffisante pour permettre de vérifier les caractéristiques données par le constructeur.

c) *Les résistances et les réactances sont insérées entre la source d'énergie S et l'appareil D à l'essai. La position du système de fermeture A et du système de détection de courant (I_1 , I_2 , I_3) peut être différente.*

Un seul point du circuit d'essai doit être mis à la Terre; il peut s'agir de la liaison de court-circuit du circuit d'essai, du point neutre de la source d'énergie ou de n'importe quel autre point convenable.

d) *Toutes les parties de l'appareil normalement mises à la Terre en service, y compris le contact de socle de prise de courant et la broche pilote, l'enveloppe ou les écrans, doivent être isolés par rapport à la Terre et connectés au point indiqué aux Figures 9 et 10.*

Cette connexion doit comprendre un élément fusible F2 composé d'un fil de cuivre de diamètre 0,8 mm et d'au moins 50 mm de long, ou d'un élément fusible calibré 30/35 A pour la détection du courant de défaut.

La connexion de l'appareil à l'essai doit être réalisée avec des fils de cuivre ayant des sections comme indiqué au Tableau 1, et des longueurs aussi courtes que possible, ne dépassant pas 1 m de chaque côté.

27.4 Calibrage

Le calibrage du circuit d'essai est effectué en plaçant les connexions temporaires B, d'impédance négligeable, aussi près que possible des bornes de raccordement de l'appareil à l'essai.

27.5 Procédure d'essai

Les connexions temporaires B sont remplacées par l'appareil à l'essai. Le circuit est fermé sur une valeur du courant potentiel au moins égale au courant de court-circuit potentiel de l'appareil à l'essai.

27.6 Comportement de l'appareil à l'essai

Il ne doit se produire ni arc, ni étincelle entre les pôles, et pas de fusion du fusible de détection de courant de défaut des parties conductrices exposées (F2).

27.7 Conditions à l'acceptation

- *L'appareil doit rester mécaniquement manœuvrable.*
- *Une soudure des contacts qui empêcherait la manœuvre d'ouverture en utilisant les moyens habituels de manœuvre n'est pas admise.*
- *Immédiatement après l'essai, l'appareil doit satisfaire à un essai diélectrique conforme à 19.7, 19.8, ainsi que 19.4, la tension appliquée entre les parties pour ce dernier test étant celle indiquée en 19.3 a) ou 19.3 b), selon ce qui est applicable.*

28 Compatibilité électromagnétique

28.1 Immunité

Le fonctionnement des appareils compris dans le domaine d'application de la présente norme n'est pas affecté par des perturbations électromagnétiques.

28.2 Emission

Les appareils compris dans le domaine d'application de la présente norme sont prévus pour un service continu; en fonctionnement normal ils ne génèrent aucune perturbation électromagnétique.

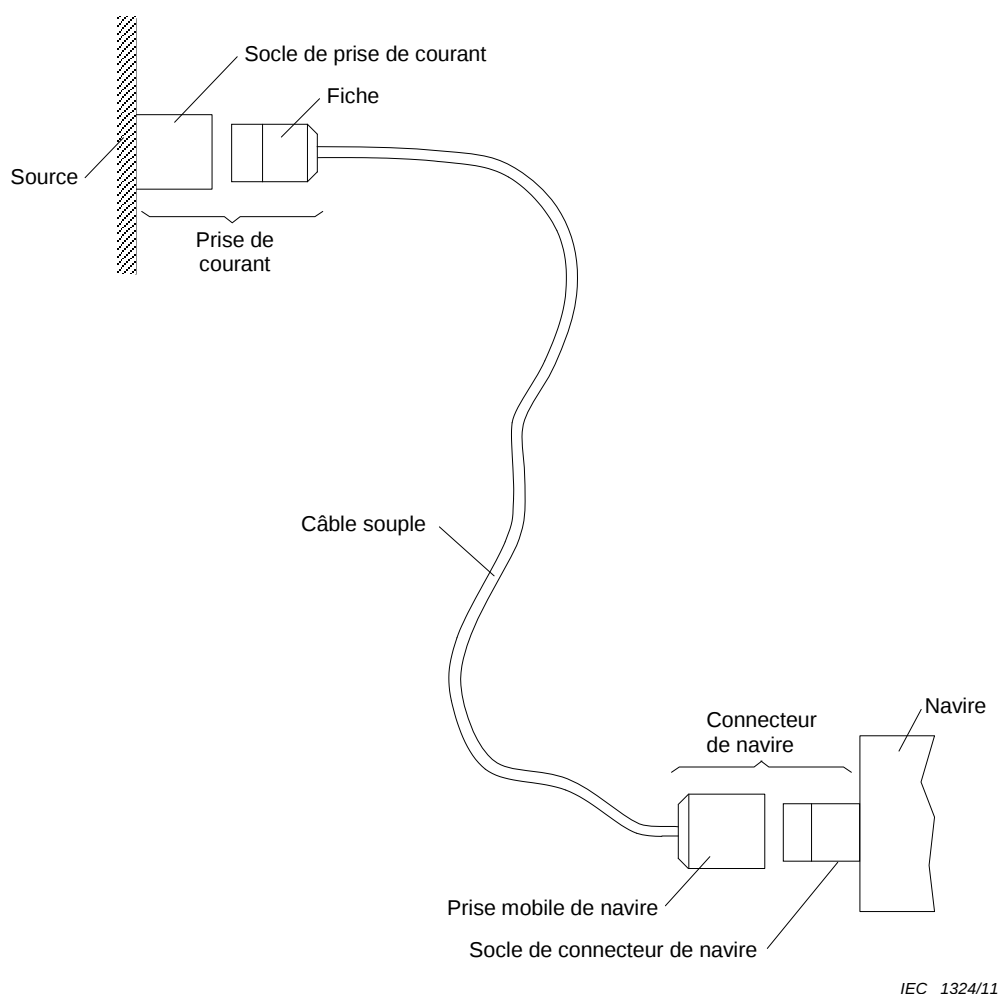
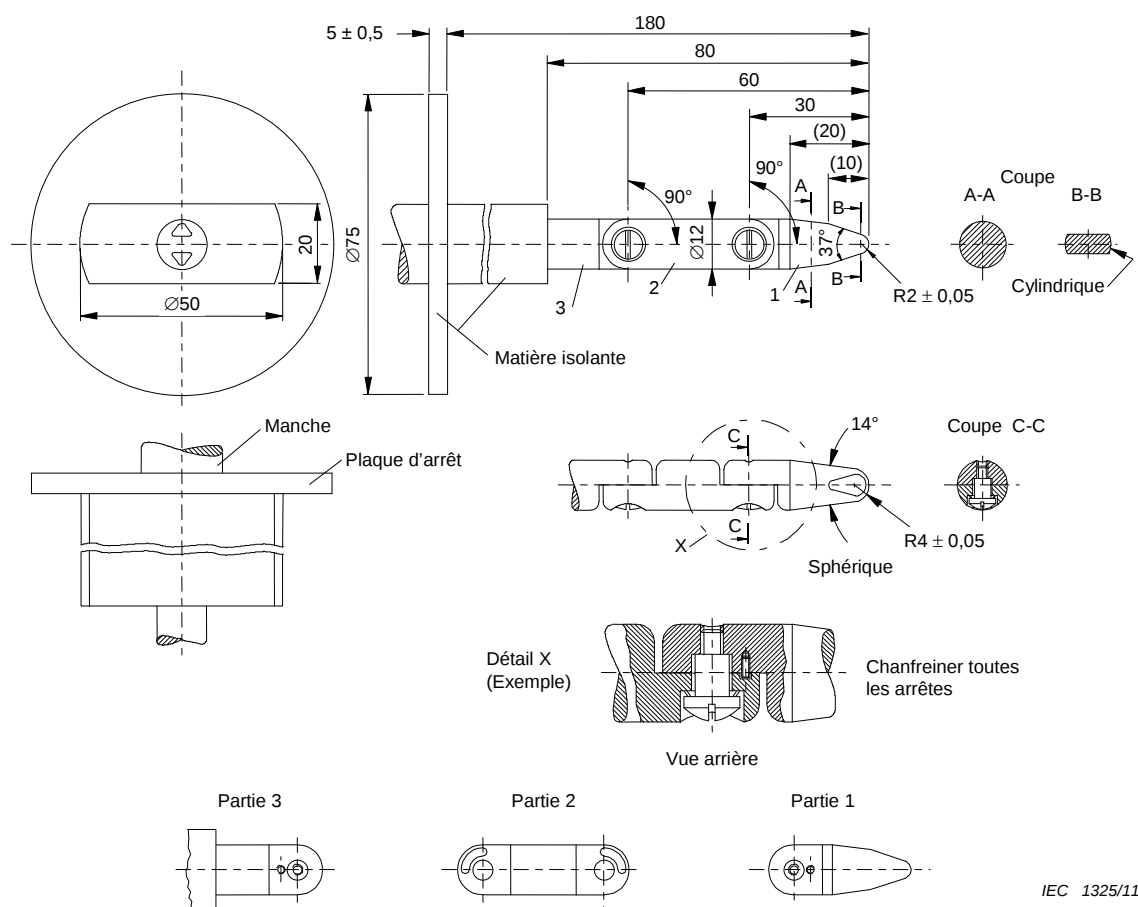


Figure 1 – Schéma indiquant l'emploi des appareils



Dimensions linéaires en millimètres

Tolérances des dimensions sans indication de tolérance:

- sur les angles: 0°
 -10
- sur les dimensions:
 - jusqu'à 25 mm: 0
 $-0,05$
 - au-dessus de 25 mm: $\pm 0,2$

Matériau du doigt: par exemple acier trempé

NOTE Les deux articulations du doigt peuvent être pliées sous un angle 90° $+10$
 0 mais dans une seule et même direction.

L'emploi de la solution pointe-rainure n'est qu'une des solutions possibles pour limiter l'angle de pliage à 90° . Pour cette raison les dimensions et tolérances de ces détails ne sont pas indiquées sur le dessin. Il faut que la conception réelle assure un angle de pliage de 90° , avec une tolérance de 0° à $+10^\circ$.

Figure 2 – Doigt d'épreuve

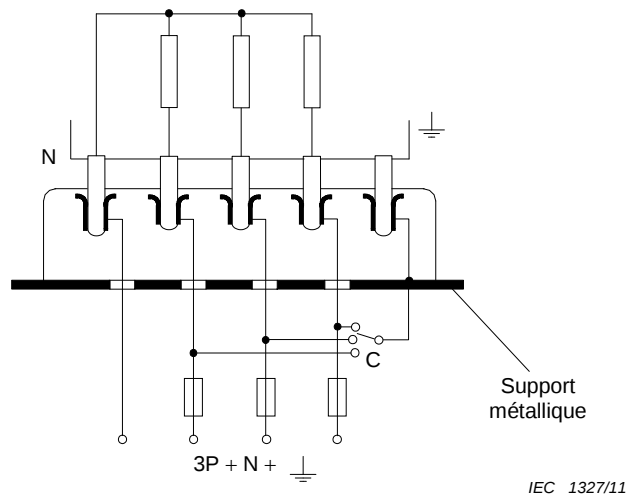
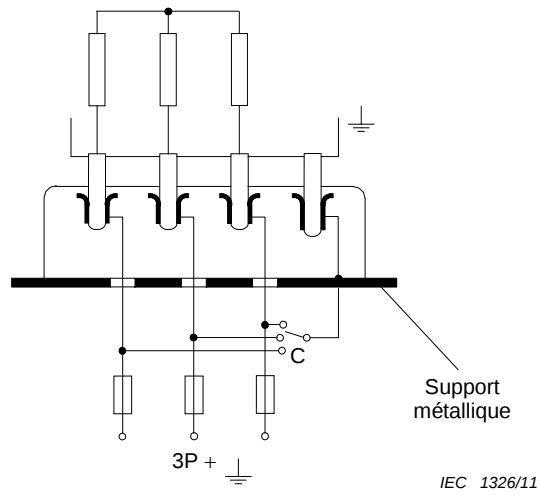
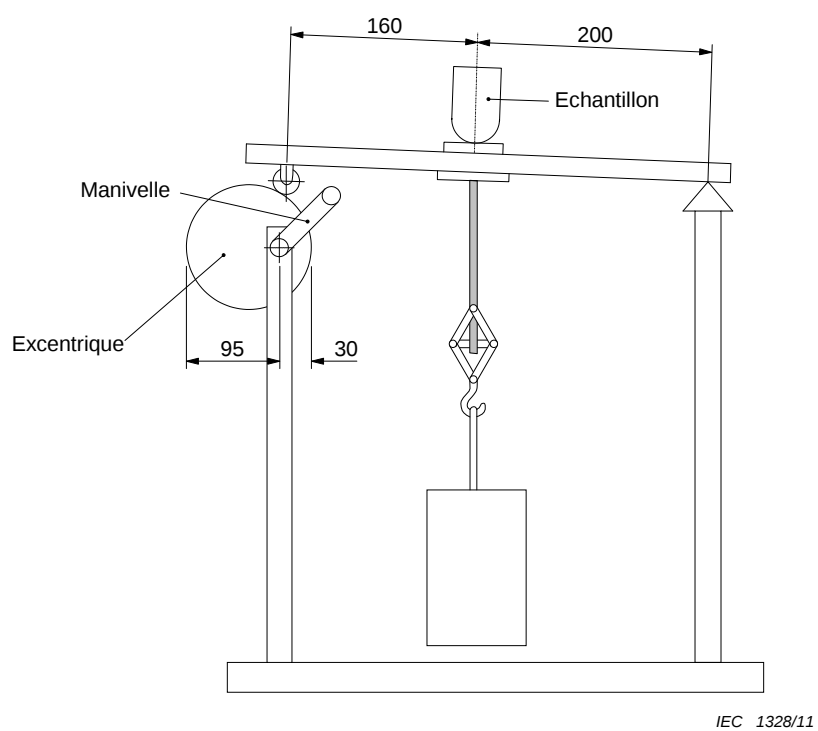
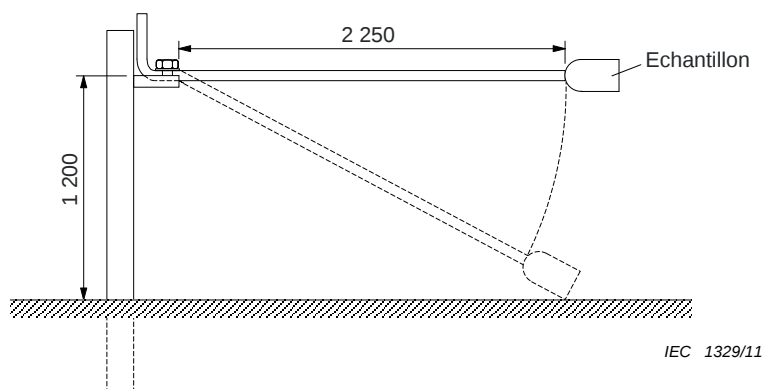


Figure 3 – Schémas du circuit pour les essais de fonctionnement normal des appareils 3P+T et des appareils 3P+T avec appareil de Neutre séparé



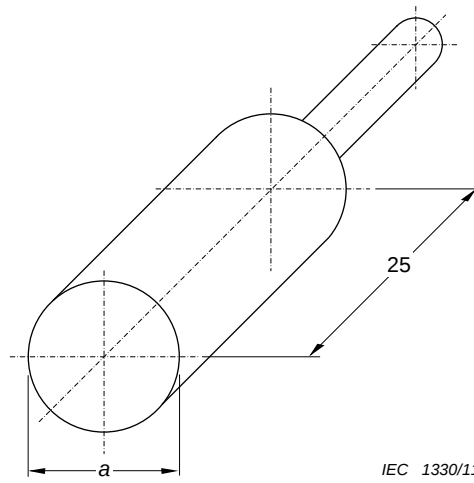
Dimensions en millimètres

Figure 4 – Appareil d'essai du dispositif d'ancrage de câble



Dimensions en millimètres

Figure 5 – Dispositif pour l'essai de la résistance mécanique des fiches et des prises mobiles



IEC 1330/11

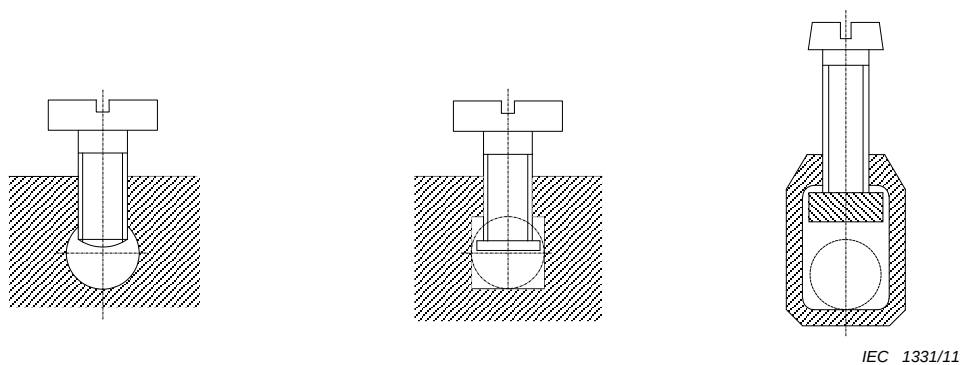
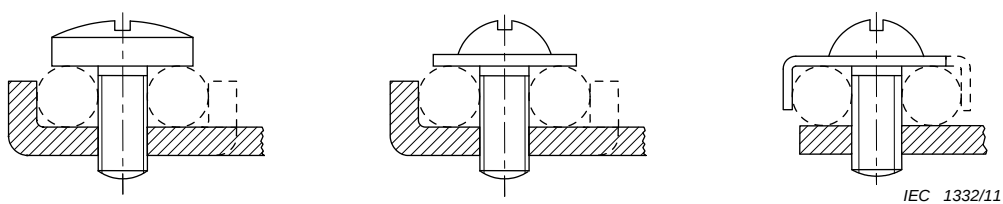
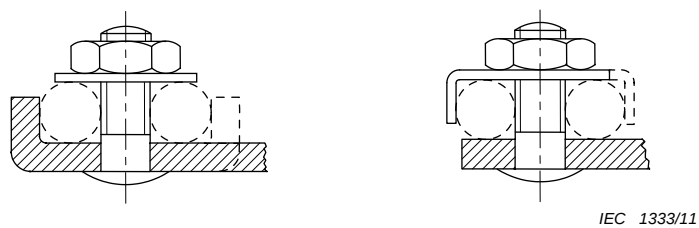
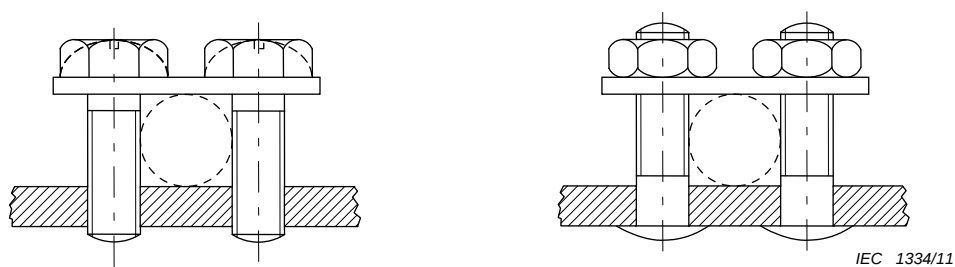
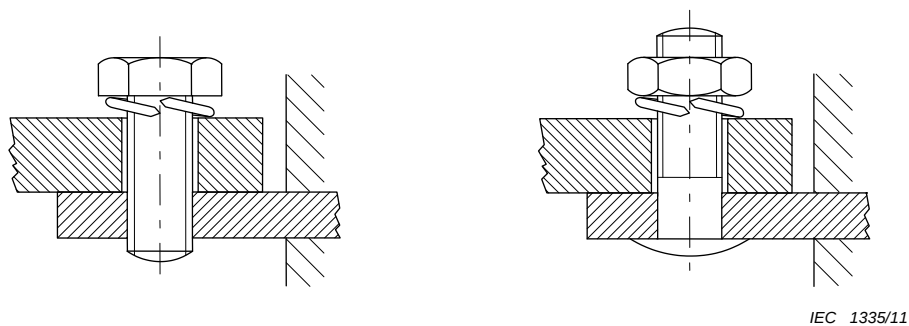
Dimensions en millimètres

Section de l'âme		Calibre	
Souple mm ²	Rigide (massive ou câblée) mm ²	Diamètre a mm	Tolérance pour a mm
1	1	1,6	0 -0,05
1,5	1,5	1,9	0 -0,05
2,5	4	2,8	0 -0,05
4	6	3,4	0 -0,06
6	10	4,3	0 -0,06
10	16	5,4	0 -0,06
16	25	6,7	0 -0,07
25	35	8,0	0 -0,07
35	50	10,0	0 -0,07
50	70	12,0	0 -0,07
70	95	14,0	0 -0,07
95	120	16,0	0 -0,08
120	150	18,0	0 -0,08
150	185	20,0	0 -0,08
185	240	22,1	0 -0,08
240	-	25,2	0 -0,08

Section maximale des âmes et calibres correspondants.

Matière: acier

Figure 6 – Calibres pour essayer la possibilité d'introduction des conducteurs circulaires de la section maximale spécifiée sans préparation spéciale

**Figure 7a – Bornes à trou****Figures 7b et 7c – Bornes à serrage sous tête de vis****Figure 7d – Bornes à goujon fileté****Figure 7e – Bornes à plaquette****Figure 7f – Bornes pour cosses et barres**

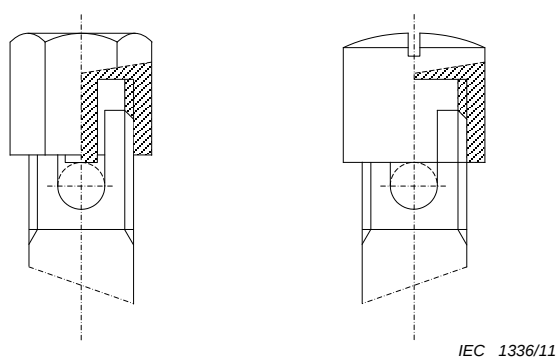
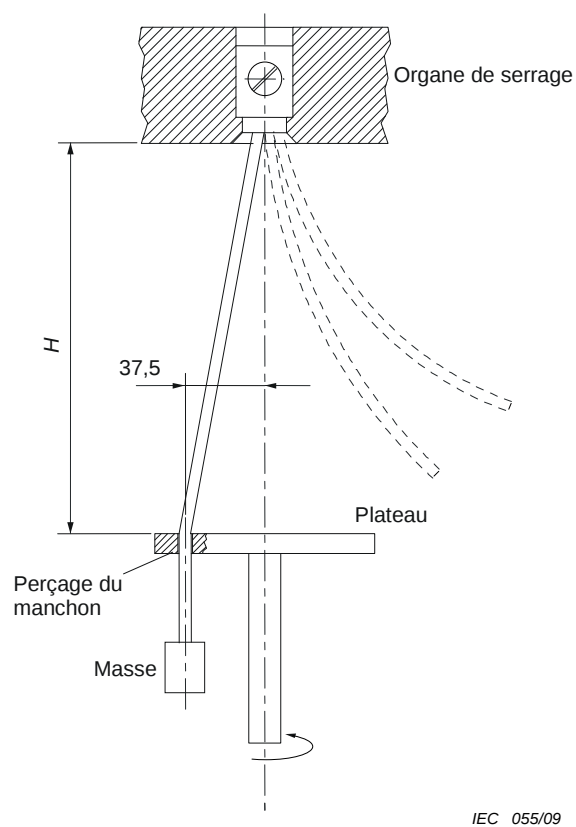


Figure 7g – Bornes à capot taraudé

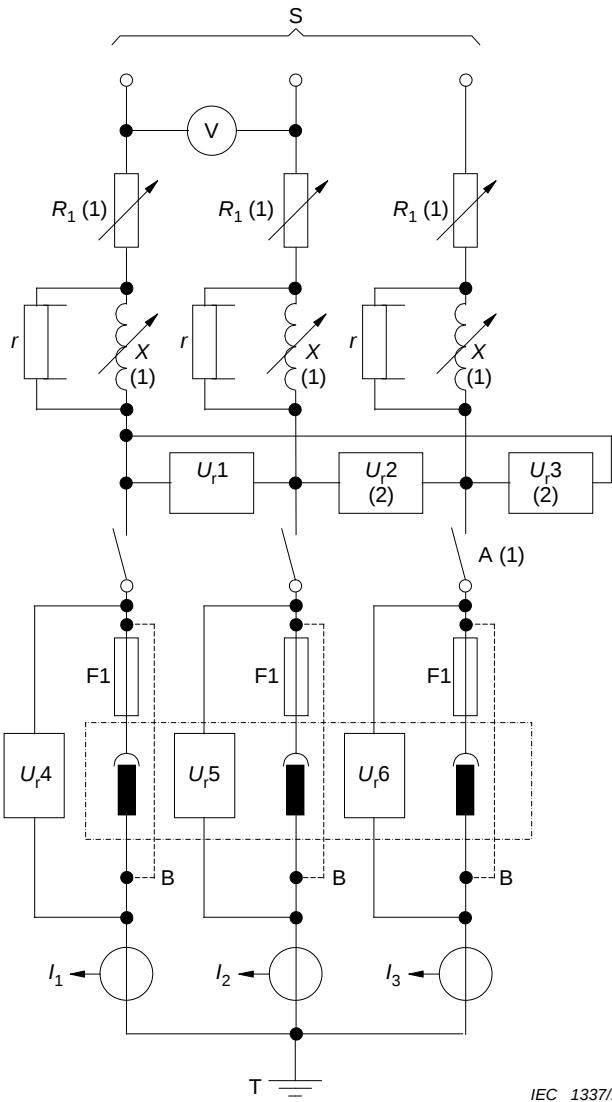
Figure 7 – Exemples de bornes



IEC 055/09

Dimensions en millimètres

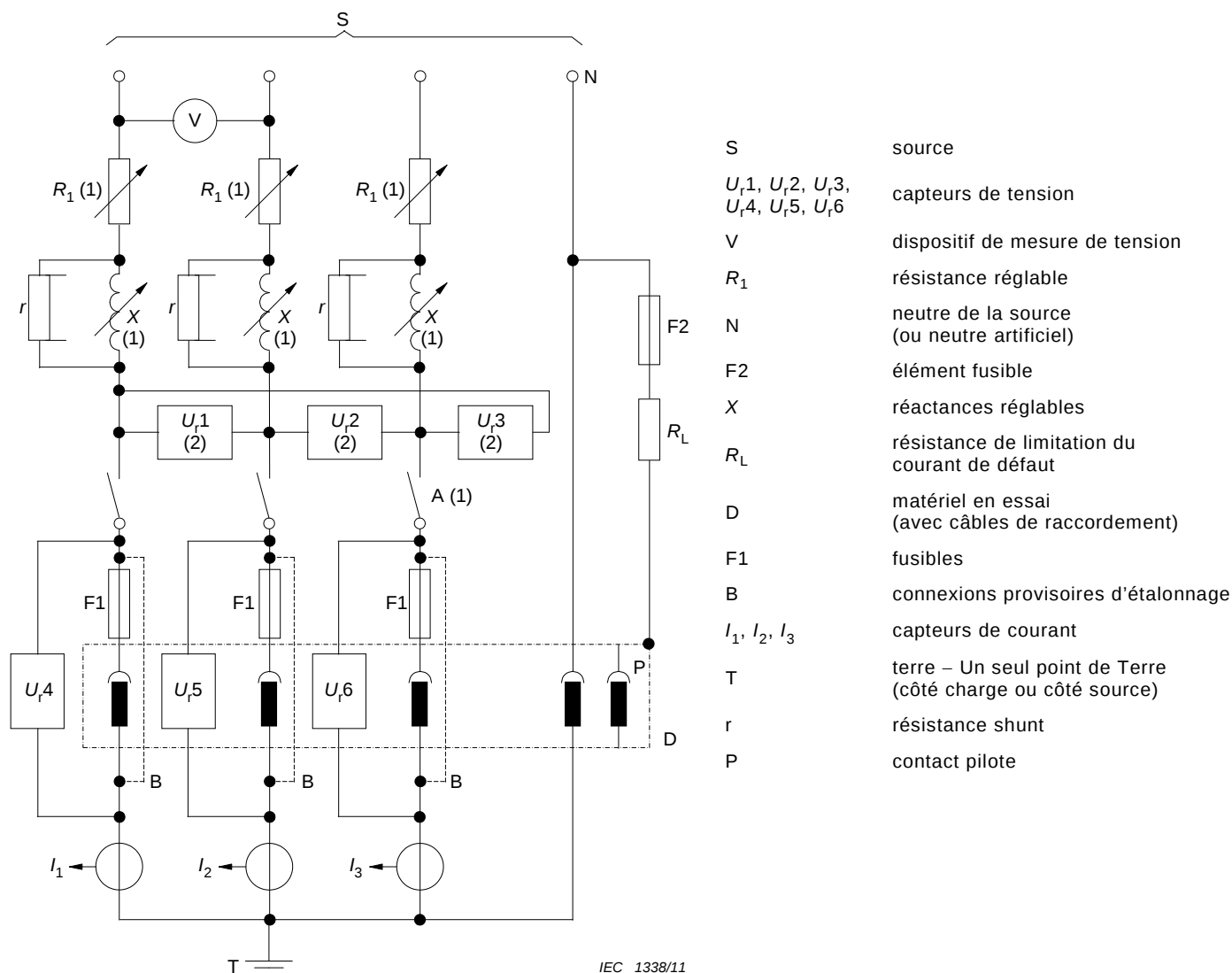
Figure 8 – Appareillage d'essai pour vérifier les dommages aux conducteurs



S	Source
$U_r1, U_r2, U_r3, U_r4, U_r5, U_r6$	capteurs de tension
V	dispositif de mesure de tension
A	dispositif d'enclenchement
R_1	résistance réglable
X	réactances réglables
F1	fusibles
B	connexions provisoires d'étalonnage
I_1, I_2, I_3	capteurs de courant
T	Terre – Un seul point de Terre (côté charge ou côté source)
r	résistance shunt

NOTE Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.

Figure 9 – Schéma d'essai pour la vérification de la résistance au courant de court-circuit conditionnel d'un matériel tripolaire



NOTE 1 Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.

NOTE 2 U_{r1}, U_{r2} et U_{r3} , peuvent, en variante, être raccordés entre Phase et Neutre.

Figure 10 – Schéma d'essai pour la vérification de la résistance au courant de court-circuit conditionnel d'un matériel tripolaire avec Neutre séparé

Bibliographie

CEI 60050-195:1998, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*
Amendement 1 (2001)

CEI 60050-441:1984, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*
Amendement 1 (2000)

CEI/PAS 60092-510:2009, *Electrical installations in ships – Special features – High-voltage shore connection systems* (disponible en anglais seulement)

CEI 60309 (toutes les parties), *Prises de courant pour usages industriels*

CEI 60309-1:1999, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 1: Règles générales*
Amendement 1 (2005) ¹

IEC 62613-2:—, *Prises de courant et connecteurs de navire haute tension pour systèmes de raccordement des navires à quai - Partie 2: Règles de compatibilité et d'interchangeabilité dimensionnelle pour les appareils destinés à être utilisés par différents types de navires*²

¹ Il existe une version consolidée 4.1 (2005) de la CEI 60309-1 regroupant l'édition de base (1999) et son amendement 1 (2005).

² A publier.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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