

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical installations in ships –
Part 507: Small vessels**

**Installations électriques à bord des navires –
Partie 507: Petits navires**

Click to view the full PDF of IEC 60092-507:2008

IEC NORM.COM



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical installations in ships –
Part 507: Small vessels**

**Installations électriques à bord des navires –
Partie 507: Petits navires**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	10
3.1 General.....	10
3.2 DC systems of distribution.....	11
3.3 AC systems of distribution	11
3.4 Protection.....	11
3.5 Equipment.....	13
4 General requirements	14
4.1 Ratings.....	14
4.2 Ambient air and cooling water temperature.....	14
4.3 Inclination of vessel.....	15
4.4 Voltage and frequency variations.....	15
4.5 Electrical power sources.....	16
4.6 Equipment.....	19
4.7 Electrical equipment and enclosures.....	19
4.8 Plugs and socket-outlets	21
4.9 Battery installation.....	22
4.10 Battery chargers.....	23
4.11 Internal communication circuits.....	23
4.12 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres	23
4.13 Electrical fittings and cables attached to structures of another metal	24
4.14 Navigation lights supply.....	24
4.15 Luminaires	24
4.16 Electrical heating and cooking appliances	24
4.17 Magnetic compasses.....	24
5 Distribution systems	24
5.1 DC distribution systems.....	24
5.2 Standard a.c. distribution systems.....	24
5.3 Bonding conductors.....	25
5.4 Balance of loads in three-phase a.c. systems.....	26
5.5 Shore connection arrangements	26
6 Protection against electric shock in a.c. systems with voltage exceeding 50 V.....	27
6.1 Protection against direct contact	27
6.2 Automatic disconnection of supply to final circuit or equipment.....	27
6.3 Earthed neutral systems.....	27
6.4 Non-neutral earthed system (IT-type system)	27
6.5 Use of class II equipment	28
7 Protection against over-current and fault-current	28
7.1 General.....	28
7.2 Characteristics of protective devices	28
7.3 DC system.....	28
7.4 AC system.....	29

7.5	Generators	29
7.6	Transformers	29
7.7	Motor protection	30
8	Diversity (demand) factor	30
8.1	Circuits other than final circuits	30
8.2	Application of diversity (demand) factors	30
8.3	Final circuits	30
8.4	Motor power circuits	30
9	Cables	30
9.1	Selection of cables	30
9.2	Determination of the cross-sectional areas of conductors	31
10	Cable and wiring installation and termination	35
10.1	Earth bonds	35
10.2	Cable terminations	36
10.3	Cable and conductor installation	36
10.4	DC and AC cabling and wiring segregation	37
10.5	Conductor identification	38
10.6	Lightning protection	38
11	Testing	39
11.1	General	39
11.2	Earthing	39
11.3	Insulation resistance	39
11.4	Switchgear and controlgear	40
11.5	Voltage drop	40
11.6	Internal communication circuits	40
11.7	Lighting, heating and galley equipment	40
12	Vessels over 24 m in length	40
12.1	Essential services	40
12.2	Capacity of the batteries	41
12.3	Earthing	41
12.4	Segregation of circuits	41
12.5	Battery charger protection	41
12.6	Protection against over current and fault current – Special applications	41
12.7	Navigation light supply	41
12.8	Radio and navigation equipment	42
12.9	Navigation, control, instrumentation and communication systems	42
12.10	Electric and electro-hydraulic steering gear	42
12.11	Electromagnetic compatibility	42
	Annex A (informative) Power supply arrangements	43
	Bibliography	48
	Figure A.1 – Direct connection to a single phase mains supply	45
	Figure A.2 – Direct connection to a single phase mains supply with an isolating transformer on the vessel	45
	Figure A.3 – Direct connection to a three phase mains supply	46

Figure A.4 – Direct connection to a three phase mains supply with an isolating transformer on the vessel 46

Figure A.5 – Connection to a single phase supply through a shore-mounted isolating transformer 47

Table 1 – Design parameters – Temperature 14

Table 2 – Angular deviation and motion 15

Table 3 – AC voltages and frequencies for vessel's service systems of supply..... 16

Table 4 – Degree of protection in accordance with IEC 60529 20

Table 5 – Minimum clearances and creepage distances for bare busbars 21

Table 6 – Reference currents for calculation of minimum ventilation 23

Table 7 – Recommended current ratings for single core cables in continuous service (ambient temperature 45 °C)..... 33

Table 8 – Correction factors for various ambient air temperatures..... 34

Table 9 – Correction factors for half-hour and one-hour service..... 34

Withdwn
IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-507:2008

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –**Part 507: Small vessels****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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60092-507 has been prepared by IEC technical committee 18: Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2000 and constitutes a technical revision.

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

- a) DC, AC single phase, and AC 3-phase systems are now included in one document.
- b) The standard now specifies requirements for electrical installations relevant to all small commercial or leisure vessels up to 50 m or which have a Gross Registered Tonnage (GRT) not exceeding 500 GRT designed for use on inland waters or at sea.

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

FDIS	Report on voting
18/1067/FDIS	18/1073/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.

A list of all the parts of the IEC 60092 series, published under the general title *Electrical installations in ships*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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

This International Standard incorporates and coordinates, as far as possible, the existing requirements for electrical installations relevant to small vessels as published in other parts of the IEC 60092 series and the IEC 60364 series.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-507:2008

Withdrawing

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –

Part 507: Small vessels

1 Scope

This part of IEC 60092 specifies requirements for the design, construction and installation of electrical systems in small vessels, which have a length of up to 50 m, or which have a gross registered tonnage not exceeding 500 GRT, designed for use on inland waters or at sea. It is not intended to apply to small craft equipped with a battery supplying circuits for engine starting and navigation lighting only, recharged from an inboard or outboard engine driven alternator.

NOTE 1 For alternating current systems having voltages exceeding 250 V single-phase or 500 V three-phase, for direct current systems exceeding 50 V, and for vessels larger than 500 GRT or with a length greater than 50 m, other standards within the IEC 60092 series apply.

NOTE 2 Attention is drawn to regulations which govern specific requirements for navigation lights for small vessels.

NOTE 3 Attention is drawn to the fact that, in some countries the EC Directives covering EMC (89/336/EEC), low voltage (73/23/EEC) and general product safety (92/59/EEC) may be applied. In addition, Council Directive 97/70 applies to fishing vessels of 24 m in length and over, and Council Directive 98/18/EC applies to passenger ships. Attention is also drawn to the recreational craft directive 94/25/EC and 2003/44/EF. For high speed crafts, attention is drawn to the International code of safety for high-speed craft (HSC Code).

This standard applies to the following types of d.c. and a.c. electrical systems, individually or in combination:

- a) direct current system which operates at a nominal voltage not exceeding 50 V;

NOTE For example, for many small vessels, this will be the main electrical system. Alternatively, a vessel equipped with an a.c. system as its principal electrical system may be also equipped with a d.c. system for navigation and communications equipment supplied from batteries.

- b) single-phase alternating current system which operates at a nominal voltage not exceeding 250 V,

NOTE Such a system may be the principal electrical power system of a vessel or a system which may only be energized when connected to a shore supply. AC extra-low voltage, safety extra-low voltage, and other circuits may also comprise part of a single-phase a.c. system. A vessel may also be equipped with d.c. system(s) as in a) above.

- c) three-phase alternating current system which operates at a nominal voltage not exceeding 1 000 V.

NOTE The three-phase system is likely to be the principal electrical power system of a vessel's electrical installation. Such a vessel may also be equipped with single-phase a.c. subsystem(s) and d.c. subsystem(s).

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 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

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

IEC 60092-201:1994, *Electrical installations in ships – Part 201: System design – General*

IEC 60092-202:1994, *Electrical installations in ships – Part 202: System design – Protection*

IEC 60092-301:1980, *Electrical installations in ships – Part 301: Equipment – Generators and motors*

IEC 60092-302, *Electrical installations in ships – Part 302: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 60092-303, *Electrical installations in ships – Part 303: Equipment – Transformers for power and lighting*

IEC 60092-304, *Electrical installations in ships – Part 304: Semiconductor convertors*

IEC 60092-306, *Electrical installations in ships – Part 306: Equipment – Luminaires and accessories*

IEC 60092-307, *Electrical installations in ships – Part 307: Equipment – Heating and cooking appliances*

IEC 60092-350, *Electrical installations in ships – Part 350: Shipboard power cables – General construction and test requirements*

IEC 60092-352:2005, *Electrical installations in ships – Part 352: Choice and installation of electric cables*

IEC 60092-401, *Electrical installations in ships – Part 401: Installation and test of completed installation*

IEC 60092-502:1994¹⁾, *Electrical installations in ships – Part 502: Tankers – Special features*

IEC 60092-504:2001²⁾, *Electrical installations in ships – Part 504: Special features – Control and instrumentation*

IEC 60309-1, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60309-2, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 2: Dimensional interchangeability requirements for pin and contact-tube accessories*

IEC 60332-1 (all parts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable*

IEC 60332-3-22, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-22: Test for vertical flame spread of vertically mounted bunched wires or cables – Category A*

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

IEC 60533, *Electrical and electronic installations in ships – Electromagnetic compatibility*

1) The fourth edition of IEC 60092-502 (1994) has been replaced by a new edition (IEC 60092-502:1999) which no longer contains the data referenced in Table 1 of this document.

2) The second edition of IEC 60092-504 (1994) has been replaced by a new edition (IEC 60092-504:2001) which no longer contains the data referenced in Table 1 of this document.

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

IEC 60945, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – General requirements – Methods of testing and required test results*

IEC 60947-7-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

ISO 8846, *Small craft – Electrical devices – Protection against ignition of surrounding flammable gases*

ISO 9094-1, *Small craft – Fire protection – Part 1: Craft with a hull length of up to and including 15 m*

ISO 9094-2, *Small craft – Fire protection – Part 2: Craft with a hull length of over 15 m*

ISO 10239, *Small craft – Liquefied petroleum gas (LPG) systems*

International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS):1974
Amendment (1983)

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given IEC 60092-101 (some of which are repeated here for convenience), as well as the following, apply.

3.1 General

3.1.1

safety voltage

voltage which does not exceed 50 V a.c. r.m.s. between conductors, or between any conductor and earth, in a circuit isolated from the supply by means such as a safety isolating transformer, or converter with separate windings;

voltage which does not exceed 50 V d.c. between conductors, or between any conductor and earth, in a circuit which is isolated from higher voltage circuits

NOTE 1 Consideration should be given to the reduction of the limit of 50 V under certain conditions, such as wet surroundings or exposure to heavy seas or where direct contact with live parts is involved.

NOTE 2 The voltage limit should not be exceeded either at full load or no load, but it is assumed, for the purpose of this definition, that any transformer or converter is operated at its rated supply voltage.

[IEC 60092-101, definition 1.3.19]

3.1.2

essential services

services essential for the navigation, steering or maneuvering of the ship, or for the safety of human life, or for special characteristics of the ship (for example, special services)

[IEC 60092-101, 1.3.4]

3.1.3

earthed

connected to the general mass of the hull of the ship in such a manner as will ensure at all times an immediate discharge of electrical energy without danger

NOTE 1 A conductor is said to be “solidly earthed” when it is electrically connected to the hull without a fuse-link, switch, circuit-breaker, resistor, or impedance, in the earth connection.

NOTE 2 In the USA, “grounded” is used instead of “earthed”.

[IEC 60092-101, 1.3.9]

3.1.4

engine negative terminal

terminal on the engine to which the negative cable of a battery system is connected

3.2 DC systems of distribution

3.2.1

two-wire d.c. system

d.c. system comprising two conductors only, between which the load is connected

[IEC 60092-201, 2.2.1]

3.3 AC systems of distribution

3.3.1

single-phase two-wire a.c. system

single-phase a.c. system comprising two conductors only, between which the load is connected

[IEC 60092-201, 2.3.1]

3.3.2

single-phase three-wire a.c. system

single-phase a.c. system comprising two conductors and a neutral wire, the supply being taken from the two outer conductors or from the neutral wire and either outer conductor, the neutral wire carrying only the difference current

[IEC 60092-201, 2.3.2]

3.3.3

three-phase three-wire system

system comprising three conductors connected to a three-phase supply

[IEC 60092-201, 2.3.3]

3.3.4

three-phase four-wire system

system comprising four conductors of which three are connected to a three-phase supply and the fourth to a neutral point in the source of supply

[IEC 60092-201, 2.3.4]

3.4 Protection

3.4.1

final circuit

that portion of a wiring system extending beyond the final overcurrent protection device for that circuit

[IEC 60092-101, 1.3.17, modified]

3.4.2

overcurrent protection device

device, such as a fuse or circuit-breaker, designed to interrupt the circuit when the current flow exceeds a predetermined value for a predetermined time.

3.4.3

fuse

device that by the fusing of one or more of its specifically designed and proportioned components, opens the circuit in which it is inserted by breaking the current when this exceeds a given value for a sufficient time. The fuse comprises all the parts that form the complete device

3.4.4

circuit-breaker

mechanical switching device capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions, and also making, carrying for a specified time and breaking currents under specified abnormal conditions such as those of a short circuit

3.4.5

residual (differential) current device (RCD) /ground-fault circuit interrupter (GFCI)

mechanical switching device designed to make, carry and break currents under normal service conditions and to cause the opening of the contacts when the residual current attains a given value under specified conditions

3.4.6

low-voltage switchgear and controlgear

combination of one or more low-voltage switching devices together with associated control, measuring, signaling, protective, regulating equipment etc. often contained within an enclosure or mounted on a panel

NOTE Examples of devices are circuit-breakers, fuses, switches, instruments and indicators.

3.4.7

protective conductor

conductor provided for purposes of safety, for example, protection against electric shock by electrically connecting any of the exposed and extraneous conductive-parts of electrical equipment of a vessel with non-metallic hull to the vessel's main earth

NOTE In the case of a vessel with metallic hull, exposed and extraneous conductive parts may be bonded to the ship's hull by permanent and reliable metal to metal joints of negligible impedance.

[IEV 195-02-09, modified]

3.4.8

bond

connection of non-current-carrying parts to ensure continuity of electrical connection, or to equalize the potential between parts comprising, for example, the armour or lead sheath of adjacent length of cable, the bulkhead, etc. For example, bulkhead and cables in a radio-receiving room

[IEC 60092-101, 1.3.7]

3.4.9

neutral conductor

conductor electrically connected to the neutral point and capable of contributing to the distribution of electrical energy

[IEV 195-02-06]

3.4.10**sheath**

uniform and continuous tubular covering of metallic or non-metallic material, generally extruded

[IEV 151-12-41, modified]

3.5 Equipment**3.5.1****cable trunking**

system of enclosures comprising a base with a removable cover intended for the complete surrounding of insulated conductors, cables or cords and for the accommodation of other electrical equipment

[IEV 442-02-34, modified]

3.5.2**accessible (as applied to equipment)**

an object or device that can be inadvertently touched or approached nearer than a safe distance by any person. It is applied to objects not suitably guarded or insulated

[IEC 60092-101, 1.3.5]

3.5.3**captive-spade terminal**

conductor terminal component which is maintained in connection to the screw or stud even when the threaded terminal fastener is loose

3.5.4**certified safe type equipment**

equipment designed and constructed to comply with IEC 60079 series

3.5.5**shore-power socket inlet**

fitting designed for mounting on a vessel, of a shrouded male type, to connect to the female connector on the vessel end of the shore-power cable, in order to make the electrical connection for transmission of electrical energy

3.5.6**transformer**

transformer with isolating separation between the input and output windings and the protective conductor

3.5.7**generator**

device which creates d.c. or a.c. (alternator) power for distribution to the electrical system on board a vessel.

NOTE In its simplest form a generator may be an engine-driven alternator with integral rectifier for recharging a small vessel's extra-low voltage system. It may also be a solar panel, generator driven by wind or water mill or fuel cell.

[IEV 411-32-01, modified]

3.5.8 battery

3.5.8.1 vented cell

cell which allows products of electrolysis and evaporation to escape freely from the cells to the atmosphere and can receive additions to the electrolyte

3.5.8.2 sealed cell

cell which remains closed and does not release or take in gas or liquid when operated within the limits specified by the manufacturer (the cells may be equipped with a safety device to prevent dangerously high internal pressure)

3.5.8.3 valve regulated battery

cells which are closed but have a valve which allows the escape of gas if the internal pressure exceeds a predetermined value (the lead acid version is called the valve-regulated lead-acid VRLA)

4 General requirements

4.1 Ratings

Conductors, switchgear and accessories shall be suitable for expected environmental and operational conditions and shall sustain anticipated overloads and transient current induced by motor start-up without damage, tripping or overheating.

4.2 Ambient air and cooling water temperature

Electrical equipment shall be designed to operate satisfactorily under the various temperature parameters indicated in Table 1 (from Table 4 of IEC 60092-101).

Table 1 – Design parameters – Temperature

Parameters		Unit value	Type of equipment
Relevant IEC standard	(Sub)clause		
High air temperature		° C	
IEC 60092-201	Clause 33	45	Cables
IEC 60092-301	3.1 (Table A.1)	50	Generators and motors
IEC 60092-352	3.3.4	45	Cables
IEC 60092-502:1994	A.2.1.3, A.3.1.3, A.3.2.3.3	50	Certified safe-type equipment (for use in tankers)
IEC 60092-504:1994	3.2	55	Control and instrumentation
Low air temperature		° C	
		5	General
		– 25	Open deck
High water temperature		° C	
IEC 60092-301	3.1 (Table A.1)	30	Generators and motors

4.3 Inclination of vessel

Electrical equipment shall be designed to continue to operate satisfactorily with the vessel at the inclinations from normal indicated in Table 2 (from Table 6 of IEC 60092-101).

NOTE For sailing vessels only, maximum heel angles of 45° on either tack should be considered.

Table 2 – Angular deviation and motion

	Angular deviation about fore-and-aft axis (list)	
	General conditions ^{a,b}	± 15°
Static condition	Emergency conditions	± 22° 30'
	Angular deviation about athwartship axis (trim)	
	Emergency conditions ^a	± 10°
Dynamic condition	Rotation about fore-and-aft axis (rolling) ^c	± 22° 30'
	Rotation about athwartship axis (pitching) ^c	± 7° 30'
^a The vessel in any combination of angles within these limits. ^b For ships for the carriage in bulk of liquefied gases and dangerous chemicals, refer to the 1983 Amendment to SOLAS 1974, Volumes II and III. ^c These motions may occur simultaneously.		

4.4 Voltage and frequency variations

Equipment shall function under the normal voltage and frequency variations and harmonic distortion which can occur in the distribution system in normal operation.

4.4.1 DC systems

The nominal d.c. voltage tolerance at the battery terminals over which all d.c. equipment shall operate is ± 10 %.

The essential services of the vessel shall remain functional to the minimum voltage at the battery terminals.

NOTE When battery chargers/battery combination are used as d.c. power systems, adequate measures should be taken to keep the voltage within the specified limits during charging, quick charging and discharging of the battery.

4.4.2 AC systems

The system shall be designed to operate within the following limits:

- i) frequency: ± 5 %;
- ii) voltage: $\begin{matrix} + 6 \\ - 10 \end{matrix}$ %;
- iii) single harmonic distortion: < 3 %;
- iv) total harmonic distortion: < 5 %.

Table 3 gives recommended values of nominal voltage and frequencies as well as the maximum voltages permitted for a vessel's service systems of supply.

Table 3 – AC voltages and frequencies for vessel's service systems of supply

Application		Recommended nominal voltages	Recommended nominal frequencies	Maximum voltage
		V	Hz	V
1	Power, cooking and heating. Equipment securely fixed and permanently connected	Single-phase 120/230	Single-phase/Three-phase 50 or 60	Single-phase 250
		Three-phase 400/440		Three-phase 1 000
	Socket-outlet supplying equipment which is earthed	Single-phase 120/230	Single-phase 50 or 60	Single-phase 500
2	Fixed lighting and outlets intended for purposes not mentioned in items 1 and 3 but intended for apparatus with reinforced or double insulation or connected by a flexible cord or cable incorporating a protective conductor	Single-phase 120/230	Single-phase 50 or 60	Single-phase 250
3	Socket-outlets for use where extra precautions against shock are necessary:			
	a) supplies with or without the use of isolating transformers	Single-phase 24	Single-phase 50 or 60	Single-phase 55
	b) where a safety isolating transformer is used supplying one consuming device only. Both conductors of such systems should be insulated from earth	120/230	50 or 60	250
NOTE The use of the nominal voltages as given in IEC 60092-201 is permitted.				

4.5 Electrical power sources

The vessel's electrical power may be supplied by a generator(s) and/or main battery bank having sufficient capacity to supply the essential services.

4.5.1 DC systems supplied from batteries

A vessel in which the only means of propulsion is an internal combustion engine with electric starting shall be provided with two batteries or group of batteries, each one of sufficient capacity to start the engine.

One battery or battery group shall be reserved for engine starting service, the other for supplying the vessel's electrical services. It shall be possible to select which battery or group is used for which service and also to connect both battery groups in parallel in an emergency to assist engine starting. Special charge splitting arrangements may also be fitted if required to enable two or more batteries to be re-charged by a single generator.

Each main battery bank shall be capable of being isolated from the d.c. system which is supplied, normally by a switch in the positive conductor from each battery or group of batteries. The isolator switch function may be combined with the service selection function above. The battery selector switch or control shall be fitted in a readily accessible location, as close as practical to the battery or group of batteries.

Isolation switches shall not be placed in battery compartments or containers. Remote-controlled isolation switches, if used, shall also permit safe manual operation.

The following systems, however, may be connected between the isolation switch and the battery:

- a) electronic devices with protected memory and protective devices such as bilge-pumps and alarms, if individually protected by a circuit-breaker or fuse as close as practical to the battery terminal;
- b) ventilation exhaust blower of engine/fuel-tank compartment if separately protected by a fuse or circuit-breaker as close as practical to the battery terminal;
- c) charging devices which are intended to be used when the vessel is unattended (for example, solar panels, wind generators) if individually protected by a fuse or circuit-breaker as close as practical to the battery terminal.

The minimum continuous rating of the battery selection/isolation switch shall be at least equal to the maximum current for which the main circuit-breaker is rated and also the intermittent load of the starter motor circuit, or the current rating of the feeder conductor, whichever is less. A separate battery-disconnect switch may be installed for the engine-cranking motor circuit.

4.5.2 DC generator

These are generally alternators with integral rectifiers and regulators fitted to the propulsion machinery which charge accumulator batteries supplying the vessel's electrical equipment and essential services.

The generator(s) shall be capable of supplying the total load and simultaneously be capable of charging the main battery bank to 80 % charge within 10 h.

Wind-driven d.c. generators, towed impeller-driven generators and photo-voltaic systems shall be fitted with charge regulators set so that the gassing voltage of the battery to which they are connected is not exceeded.

4.5.3 AC systems

Power may be provided by one or a combination of the following to supply the required design-system load:

- a) one or more shore-power cables per vessel, and associated power inlets, wiring and components with a capacity to supply the required design-system load;
- b) inverter supplying a.c. power from the vessel's d.c. system;
- c) on-board a.c. generator(s) supplying the required system load;
- d) combination of shore-power cable(s) and on-board generator(s) used simultaneously if the vessel's circuitry is arranged in such a way that the load connected to each source is isolated from the other.

Individual circuits shall not be capable of being energized by more than one source of electrical power at a time. Two or more three-phase generators, when properly synchronized, shall be treated as one source. Each shore-power inlet, generator or inverter shall be considered a separate source of a.c. electrical power. The transfer from one power-source circuit to another shall be made by a means which opens all current-carrying conductors before closing the other source circuit, prevents arc-over between contacts and is interlocked by mechanical or electromechanical means. All current-carrying conductors shall be broken simultaneously when changing power sources.

4.5.4 AC generator

An a.c. generator may be driven by its own prime mover, be powered from propulsion machinery or be a shaft generator.

Where an a.c. system is provided as a main source of electric power and consists of a single generator, an alternative means of starting the generator shall be provided.

Electrical machines, including shaft generators and/or static converters/inverters shall comply with the relevant requirements of IEC 60092-301 and IEC 60092-304.

The power-feeder conductors from a generator shall be adequate for the thermal capacity of the generator and shall be protected at the generator with overcurrent protection devices in accordance with the requirements of IEC 60092-202.

NOTE An exception may be made for self-limiting (self-adjusting) generators whose maximum overload current does not exceed 120 % of its rated current output; these do not require additional external overcurrent protection.

The continuity of supply should not be impaired by load-produced harmonic distortion or high load charges.

The combined prime mover, transmission system and generator shall be designed to withstand without damage the effects of the most onerous short-circuit condition at the generator terminals when running at rated voltage and speed.

Where synchronization and parallel operation of several generators is required, then the relevant sections of other standards within the IEC 60092 series apply.

4.5.5 Measuring instruments

Normal full load values shall be marked in red on the instrument scale for all indicating instruments and appropriate labels shall be fixed to digital instruments when employed.

4.5.5.1 Instruments for batteries

Main battery banks shall be provided with at least one voltmeter, switchable between each group, and an ammeter. Alternatively, proprietary battery condition monitoring devices may be fitted to the monitor and display the state of the battery(s).

4.5.5.2 Instruments for d.c. generators

A d.c. generator with an output of 2 kW or more, which is not operated in parallel, shall be provided with at least one voltmeter and one ammeter.

Generators for parallel operation shall be provided with one voltmeter for each generator (or one voltmeter and a changeover for its connection to each generator), one ammeter for each generator and one voltmeter for each section of busbar.

For compound-wound generators fitted with equalizer connections, the ammeter shall be connected to the pole opposite to that connected to the series winding of the generator.

4.5.5.3 Instruments for a.c. generators

An a.c. generator not operated in parallel, except single-phase generators smaller than 2 kVA, shall be provided with at least one voltmeter and an ammeter in each phase (or one ammeter with a selector switch which enables it to measure the current in each phase). Generators greater than 15 kVA shall be provided with a frequency meter.

Generators for parallel operation shall be provided with a wattmeter and an ammeter in each phase conductor (or one ammeter with a selector switch to permit the measurement of current in each phase). Wattmeters shall be capable of indicating reverse power up to 15 % of the rated full load of the generator. Two voltmeters, two frequency meters and a synchronizing device comprising either a synchroscope and lamps, or an equivalent arrangement, shall be provided for paralleling purposes. One voltmeter and one frequency meter shall be connected to the busbars; the other voltmeter and frequency meter shall have a selector switch to permit measurement of the voltage and frequency of any generator.

NOTE When generators are run in parallel in installations with the neutral earthed, it is necessary to ensure that the equalizing current caused by harmonics does not exceed harmful values. Reference should be made to guidance from the generator manufacturer.

4.6 Equipment

4.6.1 Transformers

Transformers used for power, lighting and as static converters, starting transformers, static balancers, saturable reactors and transductors, including single-phase transformers rated at less than 1 kVA, and three-phase transformers rated at less than 5 kVA, shall comply with IEC 60092-303.

Transformers shall be installed in well-ventilated locations. Their connections should be protected against such mechanical damage, condensation and corrosion as may be reasonably expected.

Transformers with liquids containing polychlorinated biphenyls (PCBs) are not to be used.

4.6.2 Converters/inverters

Converters/inverters shall be installed so that the circulation of air around them is not impeded, and so that the air temperature at their cooling inlet does not exceed the ambient temperature.

Natural air-cooling units should be designed with sufficient ventilation openings or with sufficient cooling surface to radiate the heat so that totally enclosed equipment will operate within the design temperature limits.

Converters/inverters shall not be mounted near sources of heat such as engine exhaust pipes.

Converter/inverter components shall be so constructed that they can be removed without dismantling the complete unit.

4.7 Electrical equipment and enclosures

4.7.1 General requirements

Ventilation shall be adequate to maintain the ambient temperature at or below the maximum at which the equipment is designed to operate. Enclosures for electrical equipment shall be mechanically strong and rigid, and mounted so that the equipment will not be affected by the distortion, vibration or movement of the vessel's structure that occur during normal operation of the vessel. Switchgear and controlgear assemblies shall be in accordance with IEC 60092-302.

4.7.2 General degree of protection of equipment and enclosures

Energized parts of electrical equipment shall be guarded against accidental contact by the use of enclosures. Access to energized parts of the electrical system shall require the use of hand tools or have a protection of at least IP 2X. Depending on the location, electrical equipment shall, as a minimum, have the degree of protection shown in Table 4.

Table 4 – Degree of protection in accordance with IEC 60529

Example of location	Generators	Motors	Trans-formers	Switch-board and control-gear	Instruments	Switches	Luminaires	Access-ories
Steering gear room (above floor) and control rooms	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Battery rooms							IP44+(Ex)	
General store; provision room		IP22				IP44	IP44	IP44
Closed navigation bridge; accommodation spaces		IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Damp or humid spaces; ventilation pipes and engine room (above floor)	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP55	IP44	IP55
Engine room ^a Steering Gear (below floor)		IPX8			IPX8	IPX8	IPX8	
Open deck		IP56		IP56	IP56	IP56	IP56	IP56
^a Electrical equipment shall not be installed below floor plates in engine rooms, except as indicated above.								

4.7.3 Protection from dripping water

Where necessary, electrical equipment with a degree of protection less than IPX2 shall be provided with a canopy or other suitable means to protect the current-carrying parts and the insulation from dripping water.

4.7.4 Cable entry

Cable entries shall, wherever possible, be positioned on the bottom of equipment and enclosures and shall have an IP rating equal to that of the equipment enclosure.

If cable entries are located on the sides or top of an enclosure, they shall not alter the IP degree of the equipment enclosure.

4.7.5 Identification

All electrical equipment and enclosures shall be marked with

- manufacturer;
- model number or designation;
- electrical rating in volts and amperes or volts and watts;
- phase and frequency, if applicable;
- certified safe type, if applicable.

4.7.6 Segregation of d.c. and a.c. systems

Vessels equipped with both d.c. and a.c. electrical systems shall have the d.c. and a.c. distribution from either separate distribution boards, or from a common distribution board with a partition to separate the a.c. and d.c. sections from each other.

4.7.7 Busbars

Busbars and their connections shall be made of copper and shall be designed to withstand mechanical stresses due to short circuit. The maximum temperature rise shall be 45 °C.

Bare busbars shall comply with the minimum clearances and creepage distances given in Table 5.

Table 5 – Minimum clearances and creepage distances for bare busbars

Rated insulation voltage V	Minimum clearance mm	Minimum creepage distance mm
≤ 250	15	20
> 250 to < 690	20	25
> 690 to < 1000	25	35

4.7.8 Switches and controls

Each switch or control shall be marked to indicate its use, unless the purpose of the switch is obvious and its mistaken operation will not cause a hazardous condition. Switching devices shall be so designed and arranged that when in the off position they cannot accidentally move sufficiently to close the circuit.

4.7.9 Final circuits

Final circuits may be supplied from individual distribution boards or panels, or from distribution sections of switchboards.

Protective devices such as circuit-breakers or fuses shall be provided at the origin of each final circuit to interrupt any overload current in the circuit conductors before heat can damage the conductor insulation, connections or wiring-system terminals. The selection, arrangement and performance characteristics should be such that the following is achieved:

- maximum continuity of service to healthy circuits under fault conditions through selective operation of the various protective devices;
- protection of electrical equipment and circuits from damage due to overcurrents, by coordination of the electrical characteristics of the circuit or apparatus and the tripping characteristics of the protective devices. For every fuse and circuit-breaker there shall be provided adjacent to it an indication of its intended nominal current appropriate to the circuit it protects. The owners manual shall include an electrical schematic diagram detailing each fuse and circuit breaker in the vessel's electrical system together with the nominal current of the circuit which each fuse and circuit breaker protects.

4.8 Plugs and socket-outlets

4.8.1 AC system

Where an earthed system is used, plug and socket-outlets of the earthing type shall be arranged with a terminal provided for the protective conductor.

Where socket-outlets are supplied at different voltages, the socket-outlets and plugs shall be designed in such a way that an incorrect connection cannot be made.

4.8.2 DC systems

Socket-outlets and matching plugs used in d.c. systems shall be different from and not be interchangeable with those used in the a.c. system on the vessel.

4.8.3 Installation in special locations

Socket-outlets installed in locations subject to rain, spray or splashing (open deck) shall be IP 56 or to be enclosed in IP 56 enclosures, as a minimum, when not in use. When the appropriate plug is connected the outlet shall maintain IP 56.

Socket-outlets installed in areas subject to flooding or momentary submersion shall be in IP 67 enclosures, as a minimum, also maintaining IP 67 when an appropriate plug is inserted.

Socket-outlets provided for the galley area shall be located so that appliance cords may be plugged in without crossing above a galley stove or sink or across a traffic area.

4.9 Battery installation

4.9.1 General arrangements

Batteries shall be secured against movements and inclinations occurring during small vessel use and shall be protected against falling objects. At inclinations up to 45°, electrolyte from vented cells shall not leak. On sailing vessels, batteries shall be secured sufficiently to prevent them from breaking free in the event of a complete capsize (i.e. inversion). Lead-acid storage batteries and alkaline storage batteries shall not be placed in a common cabinet or container or in close vicinity to each other.

Where batteries, except for valve-regulated types, are fitted in a machinery space, drip trays or containers resistant to the effects of the electrolyte shall be provided. Batteries shall not be installed directly above or below a fuel tank or fuel filter and any other metallic component of the fuel system within 300 mm above the battery top, as installed, shall be electrically insulated.

4.9.2 Ventilation

The machinery space in which lead-acid storage or alkaline storage batteries are placed shall be well ventilated to free air so that hydrogen and oxygen cannot accumulate.

Where batteries are installed in a separate closed compartment or containers reserved for batteries, a vent system or other means shall be provided to permit the discharge from the vessel of gasses released by battery during charge.

The air inlet to battery compartments or containers shall be below the level of the battery, and the outlet shall be at the highest point of the compartment or container and shall lead directly to the open air with bends of no more than 45°.

The minimum rate of ventilation (q) in litres per hour (l/h) shall be as given by the following formula:

$$q = 110 \times I \times n$$

where

n is the number of cells in series;

I is the current in amperes, selected from Table 6.

Table 6 – Reference currents for calculation of minimum ventilation

Battery type	Vented lead-acid ("Wet")		Valve-regulated lead- acid (VRLA)		Vented NiCd	
	Note 1					
Maximum charging voltage Volts per cell (VPC)	2,23	2,4	2,27	2,4	1,4	1,55
Current I per 100 Ah nominal capacity Amperes (A)	0,5	2,0	0,1	0,8	0,5	5
NOTE 1 Low maintenance with Sb <3 %.						
NOTE 2 Further reference may be made to appropriate national or international standards regarding protection against hazards generated from electricity, gas emission and electrolyte from lead-acid and NiCd batteries.						

If natural ventilation is impractical or insufficient, mechanical ventilation shall be provided.

Where mechanical ventilation is employed, the charging system(s) shall be interlocked so as to switch off if the ventilation fails. A warning device shall be provided and operate if failure occurs.

Switches and fuses or other equipment which may generate sparks shall not be placed in battery compartments or containers.

Cable entries to battery compartments shall be gastight.

4.10 Battery chargers

4.10.1 Protection against overcharging and reversal of charging current

Chargers shall incorporate protection against overcharging and overvoltage and shall have a charge indicator. Protection against reversal of the charging current shall be provided.

4.10.2 Wind generator and photovoltaic devices

Charge regulators used with a wind generator or photovoltaic cells shall be specially designed for use in such systems. They may be used to charge battery installations with an output voltage limit set to the gassing voltage appropriate for the battery.

4.11 Internal communication circuits

Where a communication circuit takes its supply direct from the power or lighting circuits and exceeds the safety voltage, all equipment shall be in accordance with the requirements for final circuits.

4.12 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres

Electrical equipment which is intended for use in explosive gas atmospheres or which is installed where flammable gases, vapours or explosive dusts are liable to accumulate, such as in spaces containing petrol-powered machinery, petrol fuel tank(s), or joint fitting(s) or other connections(s) between components of a petrol system, and in compartments or lockers containing LPG cylinders and/or pressure regulators, shall conform to the IEC 60079 series and/or ISO 8846, ISO 10239 and ISO 9094-1 and ISO 9094-2.

NOTE Open compartments having 0,34 m² of open area per cubic metre of compartment volume exposed to the open atmosphere outside the vessel constitute an exception to this requirement.

4.13 Electrical fittings and cables attached to structures of another metal

If electrical fittings are attached to structures of another metal, for instance aluminium, suitable precautions shall be taken to prevent galvanic corrosion.

4.14 Navigation lights supply

All sea-going vessels of every type are required to comply with the International Regulations for the Preventing of Collisions at Sea 1972, as amended. The construction and installation of navigation lights shall be to the satisfaction of the appropriate authority.

Navigation lights, if required, shall each be separately connected to a dedicated distribution board, placed in an accessible position on the vessel. Provision shall be made at this position for the navigation lights to be transferred to an alternative supply source.

4.15 Luminaires

Luminaires shall comply with the relevant requirements of IEC 60092-306.

Luminaires likely to be exposed to a risk of mechanical damage shall either be protected against such damage or be of specially robust construction. The construction and installation of luminaires should be appropriate to their location and environment.

4.16 Electrical heating and cooking appliances

Electrical heating and cooking appliances shall comply with the relevant requirements of IEC 60092-307.

4.17 Magnetic compasses

Conductors and equipment shall be placed at such a distance from the compass, or shall be so screened, that the interfering external magnetic field is negligible, causing a compass deviation of no more than 30' when the circuits are switched on or off under maximum load.

5 Distribution systems

5.1 DC distribution systems

The d.c. distribution systems shall be

- a) either fully insulated two wire d.c. system;
- b) or a two-wire d.c. system with negative earth.

5.2 Standard a.c. distribution systems

5.2.1 Types of a.c. distribution system

The systems shall be either, or a combination of

- a) single-phase systems or final circuits
 - 1) single-phase two-wire insulated;
 - 2) single-phase two-wire with neutral earthed;
 - 3) single-phase two-wire with mid-point earthed for lighting and socket-outlets;
 - 4) single-phase three-wire with mid-point earthed, but without hull return;
- b) three-phase systems
 - 1) three-phase three-wire insulated three-phase (IT);

- 2) four-wire with neutral earthed (TN-C type) but without hull return;
- 3) five-wire with neutral earthed (TN-S) but without hull return.

5.2.2 Earthing the neutral conductor in type TN a.c. systems

The neutral conductor of an a.c. system shall be grounded (earthed) only at the source of power, for example, at the onboard generator. When a vessel is connected to shore-power, the neutral shall be grounded only at the shore-power source through the shore-power cable unless an isolating transformer is fitted to the vessel when the neutral shall be grounded at the secondary of the isolating transformer.

Earthed neutral systems shall be designed so that the potential earth fault current will not exceed the design capacity of any part of the system and such current is of sufficient magnitude to operate any protection. Where the neutral point is connected directly to earth, the earth loop impedance should be low enough to permit the passage of current at least three times the fuse rating for fuse-protected circuits or 1,5 times the tripping current of any circuit-breaker used to protect the circuit.

5.2.3 Earthing of non-current-carrying parts in a.c. systems

The purpose of earthing and bonding of non-current-carrying parts of an electrical system is to reduce the danger of shock to personnel and to minimize damage to equipment from the effects of earth currents. These can occur from failures of insulation of live conductors, induced voltages and currents.

In steel-hulled vessels, the presence of a large comparative cross-section area of metal for earth return paths enables a simple method of earthing and bonding (TT and IT systems) in which non-current-carrying parts can be bonded direct to the hull of the vessel. A vessel with a non-metallic hull requires to be provided with a protective conductor (which may be separate from the neutral conductor (TN-S) or not separate (TN-C)).

Exposed metal parts of electrical machines or equipment shall be earthed unless the machine or equipment is:

- supplied at safety voltage;
- supplied at a voltage not exceeding 230 V nominal by an isolating transformer supplying only one consuming device;
- constructed in accordance with the principle of double insulation (see 6.5).

5.2.4 Protective conductor in a.c. systems

The a.c. protective conductor(s) shall be provided with a final connection to the hull of a metallic hull vessel, or if the vessel has a non-metallic hull to the external main earthing plate (see Clause 10.1.2) of the vessel. On larger installations, a main earth conductor bar may be used to connect all protective conductors at one location before the final connection is made.

The protective conductor final connection shall be made at a location above any anticipated water accumulation.

5.3 Bonding conductors

In d.c. and a.c. systems the earth bonding should be such as to give substantially equal potential and sufficiently low earth fault loop impedance to ensure correct operation of protective devices. Extraneous conductive parts which are connected to hull of a steel vessel by permanent and reliable metal to metal joints of negligible impedance need not be bonded by separate earthing conductors.

Every earthing conductor shall be of copper or other corrosion-resistant material and shall be securely installed and protected where necessary against damage and where necessary against electrolytic corrosion.

The bonding conductor may be insulated – the colour of the insulation for d.c. and a.c. installations shall be green and yellow stripes. This colour combination shall not be used for current-carrying conductors.

5.4 Balance of loads in three-phase a.c. systems

The current-consuming units shall be so grouped in the final circuits that the load on each phase will, under normal conditions, be balanced as far as possible at the individual distribution and section boards as well as the main switchboard.

5.5 Shore connection arrangements

5.5.1 General

Where a vessel requires connection of an a.c. supply from shore, a suitable shore supply inlet shall be installed on the vessel for the connection of the flexible cable(s) from the shore supply socket outlet. The vessel's a.c. neutral shall be arranged to be earthed only at the shore supply when the shore supply is switched to supply the vessel's a.c. system (i.e. the vessel's a.c. neutral shall be disconnected from the vessel's earth when shore power is connected unless the vessel is fitted with an isolating transformer (see 5.2.2)).

Means shall be provided for checking the polarity or the phase sequence (for three-phase a.c.) of the incoming supply in relation to the vessel's system.

5.5.2 Vessel connections

Only one vessel shall be connected at any one time to a single shore supply socket outlet. Article A.1 provides details of the connection instructions advised for inclusion in the vessel owner's manual (ISO 10240) and details of the information to be included at the shore power supply location in accordance with IEC 60364-7-709.

The flexible shore power cable shall be provided with the following connecting arrangements:

- a) a plug conforming to IEC 60309-1 or IEC 60309-2 to connect to the shore supply socket outlet;
- b) a flexible cable, type 245 in IEC 60245-4 or equivalent, which is either permanently connected to the vessel or connected to a plug conforming to IEC 60309-2 to connect to a shrouded male type socket inlet on board the vessel.

NOTE See examples given in Clause A2.

5.5.3 Changeover switch for a vessel with its own a.c. power system

For vessels which are fitted with a.c. generation supplying on-board systems, an interlocked changeover switch shall prevent parallel connection between the shore power supply and the on-board generation. The changeover switch shall be of a type suitable for isolation and shall include all phases and neutral. The vessel's changeover switch shall be provided with an indicator in order to show when the shore supply is energized.

5.5.4 Information and connection instructions

Information and instructions shall be provided giving full information on the system of supply, the nominal voltage and frequency of the vessel's system and the procedure for carrying out the connection. Information on the phase sequence for three-phase a.c. systems shall also be given for three-phase connections.

The instructions provided on board the vessel shall include as a minimum that detailed in A.1.2.

6 Protection against electric shock in a.c. systems with voltage exceeding 50 V

6.1 Protection against direct contact

Live parts shall be protected against accidental contact by the use of enclosures in accordance with 4.7.2.

All exposed non-current-carrying conductive parts shall be connected to earth either via the protective conductor or by connection direct to the hull of a steel vessel.

6.2 Automatic disconnection of supply to final circuit or equipment

A protective device (fuse, circuit-breaker or RCD) shall automatically disconnect the supply to the circuit or equipment in the event of a fault between a live part and an exposed non-current-carrying conductive part.

NOTE A residual-current protective device will provide a substantial degree of personnel protection in most circumstances in locations where the risk of accidental contact is increased. On vessels with relatively small single-phase a.c. electrical installations powered intermittently from a shore supply, a single RCD protecting the whole of the vessel's a.c. system is commonly fitted. It should be noted that not every marina or boat yard have RCD-protected shore power outlets as standard. The residual current device should have a rated residual operating current not exceeding 30mA and an operating time not exceeding 40 ms at a residual current of 150 mA.

6.3 Earthed neutral systems

In earthed neutral systems the source is connected direct to earth, and all exposed conductive parts of the installation shall be connected to the earthed point of the vessel's power system by protective conductor(s) TN-system.

In earthed neutral systems, the protective arrangements for final circuits particularly to locations in confined or exceptionally damp spaces where particular risk due to conductivity may exist shall be:

- a) an overcurrent protective device;
- b) a residual-current protective device with sensitivity of 30 mA maximum for final circuits to locations where there is an increased risk of personal contact with live conductive parts.

6.4 Non-neutral earthed system (IT-type system)

IT-type systems are permissible when continuity of service is requested; otherwise, a TN system is acceptable. In IT systems the vessel's phase conductor(s) is insulated from earth and the star point either isolated from earth or deliberately connected to earth through a sufficiently high impedance.

In IT-type systems, it is permissible for a single fault between a live part and an exposed conductive part to occur without automatic disconnection, provided that earth monitoring or permanent insulation controller is fitted. A second fault shall result in automatic disconnection. A prospective touch voltage exceeding 50 V a.c. shall not persist for a time sufficient to cause a risk of harmful physiological effect in a person.

NOTE Special arrangements may need to be made for essential services in IT type systems.

In IT-type systems, the protective arrangements particularly to locations in confined or exceptionally damp spaces where particular risk due to conductivity may exist shall be

- a) an overcurrent protective device;

- b) a residual-current protective device with sensitivity of 30 mA maximum for final circuits to locations where there is an increased risk of personal contact with live conductive parts.

6.5 Use of class II equipment

Protection by use of class II equipment given in IEC 60536 or by equivalent insulation is intended to prevent the appearance of dangerous voltages on accessible parts of electrical equipment due to a fault in the basic insulation.

7 Protection against over-current and fault-current

7.1 General

Every circuit shall be protected against overload and short circuit by a fuse or circuit-breaker.

Fuses and circuit-breakers used shall be selected from those manufactured in accordance with the appropriate IEC standard.

Final circuits connected to a distribution panel or switchboard shall be protected, unless otherwise specified, by a fuse or circuit-breaker. These circuits may be controlled by single-pole switches when they are supplied at a voltage not exceeding safety voltage or else by multi-pole switches, unless in dry spaces within the accommodation.

Each fuse or circuit-breaker at the source of a circuit shall be designed to protect the smallest conductor in the circuit being protected.

7.2 Characteristics of protective devices

Each protective device shall be selected in such a way that

- a) its nominal current or current setting is not less than the design current of the circuit;
- b) its nominal current or current setting does not exceed the lowest current-carrying capacity of any of the conductors in the circuit;
- c) the overload current causing operation does not exceed 1,45 times the lowest current-carrying capacity of any of the conductors of the circuit;
- d) the breaking and making capacity shall be in accordance with the prospective short-circuit or earth-fault current at the point at which the device is installed. If the short-circuit breaking or making capacity is less than the protective device, it shall be backed up by a fuse or circuit-breaker in accordance with IEC 60092-202, 6.1.3 and 6.2.

7.3 DC system

A fuse or circuit-breaker shall, as a minimum, be installed in the positive pole of each circuit being supplied by a battery within 200 mm of the battery terminals. If this is impractical, each conductor from the battery shall be contained within a protective covering, such as cable conduit, ducting pipes or trunking, for its entire length from the battery terminals to the circuit protective fuse or circuit-breaker. The following constitute exceptions:

- a) the main power-feed cable from the battery to an engine-cranking motor, if sheathed or supported to protect against abrasion and contact with conductive surfaces;
- b) the main power-feed cable from the battery to the panel-board or switchboard, distribution panel or fuse block, if sheathed or supported to protect against abrasion and contact with conductive surfaces.

NOTE When conductors from batteries are not protected against short circuit and overload, they should be installed so as to be proof against short circuits and earth faults by using

- a) single-core cable without metal sheath, armour, braiding/screen;

- b) single-core insulated cable mounted on supports manufactured from insulating material. Penetrations should be made in insulated material;
- c) uninsulated conductors mounted on insulators and with insulated penetrations;
- d) single-core un-insulated cables in insulated conduits, with one cable in each conduit.

7.4 AC system

7.4.1 Protective devices

Protective devices shall be selected in accordance with IEC 60898-1. Circuits shall be designed to ensure coordination between protective devices in series.

Over-current and fault-current protective devices shall not interrupt protective conductors.

In three-phase circuits with substantially balanced loads, fault current protection can be limited to a single phase of the circuit being protected. When fuses are used to protect three-phase motor circuits, consideration shall be given to protection against single-phasing.

7.4.2 Final circuits

Final circuits supplied from a switchboard or distribution board, and control circuits for an engine, other than starting and ignition circuits, shall be protected against overload and short circuit by a protective device in each line pole. Over-current protection devices shall have a short-circuit rating equal to, or in excess of, the calculated short-circuit current at the point where the device is installed.

7.5 Generators

7.5.1 Small generators in d.c. systems

The positive conductors of output circuits of self-limiting alternators and battery chargers not exceeding 2 kW do not require fuses or circuit breakers.

7.5.2 Use of fuses

Fuses shall not be used in conjunction with a switch or contactor to provide overload and short-circuit protection for generators of more than 50 kW d.c. or 50 kVA a.c.

The trip of a contactor in connection with a fuse shall be short-time delayed, with a maximum delay of 500 ms.

7.5.3 Generator circuit-breaker

A generator of more than 50 kW d.c. or 50 kVA a.c. shall be provided with a circuit-breaker in its output fitted with each of the following:

- a) thermal overload protection (for example, 15 s);
- b) short-circuit protection (for example, 500 ms);
- c) time-delayed under-voltage release (for example, 500 ms).

Generators for parallel operation shall be provided with reverse power protection. The tripping of the generator circuit-breaker shall be time-delayed (for example, 5 s to 15 s).

7.6 Transformers

Each transformer shall be protected by an individual overload and short-circuit device on the primary side, rated at not more than 125 % of the rated primary current of the transformer. It

shall be verified in the design of the system that faults on the secondary side shall cause the protection to operate.

7.7 Motor protection

Motors shall have protection against overload and short circuit. Where necessary, the following protections may be added:

- a) locked rotor;
- b) loss or serious unbalance of phases;
- c) thermal image;
- d) under-voltage.

8 Diversity (demand) factor

8.1 Circuits other than final circuits

Circuits supplying two or more final circuits shall be rated in accordance with the total connection load subject, where justifiable, to the application of a diversity (demand) factor in accordance with 8.2 and 8.4.

Where spare circuits are provided on a section or distribution board, an allowance for future increase in load shall be added to the total connected load, before the application of any diversity factor. The allowance shall be calculated on the assumption that each spare circuit requires not less than the average load on each of the active circuits of corresponding rating.

8.2 Application of diversity (demand) factors

A diversity (demand) factor may be applied to the calculation of the cross-sectional area of conductors and to the rating of switch-gear, provided that the demand conditions in a particular part of an installation are known or may reasonably be anticipated.

8.3 Final circuits

The cables of final circuits shall be rated in accordance with their connected load.

8.4 Motor power circuits

The diversity factor shall be determined according to the circumstances. The normal full load shall be determined on the basis of name-plate ratings in accordance with the ambient air temperature requirements in 4.2.

9 Cables

9.1 Selection of cables

9.1.1 Cables for d.c. systems

Cables for d.c. systems shall comply with IEC 60092-350.

9.1.2 Cables for a.c. systems

Cables for a.c. systems shall have a minimum voltage rating as follows:

- a) 1 000 V for 120/230 V systems;
- b) 1 000 V for 440 V three-phase systems.

Cables shall conform to IEC 60092-350 and be installed in accordance with IEC 60092-401.

9.1.3 Conductors

The conductors used in cables installed within the vessel shall be in accordance with IEC 60092-350. In vessels of aluminium construction, conductors shall conform at least to Class 2 upstream of transformers to avoid functioning as an earth electrode.

9.1.4 Protective coverings

9.1.4.1 Environmental conditions

Cables fitted on decks exposed to the weather, in damp and wet locations (for example, bathrooms), in refrigerated spaces, in machinery spaces and wherever water condensation or harmful vapours (including oil vapour) may be present, shall have a water-resistant sheath.

NOTE Polyvinyl chloride (PVC), chlorosulphonated-polyethylene (CSP) and polychloroprene (PCP) sheaths are considered as water-resistant in this context, although not suitable for permanent immersion in liquids. However, such sheaths should be avoided where they are likely to come into contact with, and chemically react with, polyurethane foam thermal insulating material.

9.1.4.2 Mechanical strength

In selecting the protective covering, due consideration should be given to the mechanical strength required to withstand handling during installation and working conditions when in service. If the protective covering provides insufficient mechanical protection for that envisaged, the cable shall be fitted into cable conduit, ducting pipes or trunking or be otherwise mechanically protected.

9.1.4.3 Flame retardant capability

All cables shall comply as a minimum with IEC 60332-1 in respect of limitation of flame spread. Where cables are installed in a bunch configuration and have a cross-section up to and including 50 mm² they should also meet the requirements of IEC 60332-3-22.

9.2 Determination of the cross-sectional areas of conductors

9.2.1 General requirement

The corrected current rating of each cable shall not be lower than the highest current likely to be carried by the cable. The corrected current rating shall be calculated by using the relevant correction factors for continuous service. The highest current shall be calculated from the load demands and the diversity factors of circuits, machinery, etc., supplied by the cable.

9.2.2 DC system

Where the d.c. supply is from batteries, the voltage drop to any point in the installation shall not exceed 10 % of the nominal voltage. For circuits to navigation equipment, communications equipment, windlass and engine starting, the cross-section areas shall be determined to restrict the voltage drop to the minimum specified by the equipment manufacturer.

NOTE The cross-section of the d.c. conductor(s) between the generator and the batteries is vital for satisfactory charging of the batteries. A voltage drop for this conductor should not exceed 1 % of the rated voltage during charging.

9.2.3 AC system

For a.c. systems the cross-sectional area of conductors shall be so determined that the voltage drop from the main or emergency switchboard busbars to any point in the installation, under normal conditions of service with maximum current, does not exceed 6 % of the nominal voltage.

NOTE The values for voltage drop specified in 9.2.3 apply under normal steady conditions. Under special conditions of short duration such as motor starting, higher voltage drops are permissible, provided that other equipment within the installation is capable of withstanding the effects of the higher voltage drop.

9.2.4 Protective conductor in a.c. systems

9.2.4.1 Multi-core cables

For a protective conductor incorporated in fixed multi-core cable the cross sectional area shall be:

- a) a cross-section equal to that of the main conductors if the latter is less than, or equal to, 16 mm^2 , subject to a minimum of $1,5 \text{ mm}^2$;
- b) a cross-section of not less than 50 % of the cross-section of the main conductor if the latter is more than 16 mm^2 , subject to a minimum of 16 mm^2 .

9.2.4.2 Single core

For a protective conductor provided by single-core cable, the cross-sectional area shall be:

- a) a cross-section equal to that of the current-carrying conductor if the latter is less than, or equal to, 16 mm^2 ;
- b) a cross-section of not less than 50 % of the cross-section of the current-carrying conductor if the latter is more than 16 mm^2 , subject to a minimum of 16 mm^2 .

9.2.5 Current ratings for continuous service

The current ratings recommended for single-core cables in continuous service, for various insulating materials, are given in Table 7. These current ratings apply to all normal sheathing materials and to both armoured and un-armoured cables.

NOTE All the values have been calculated for an ambient temperature of 45°C and assume that a conductor temperature equal to the maximum rated temperature of the insulation is reached and maintained continuously in the case of a group of four cables bunched together and laid in free air.

For two-, three- and four-core cables, the recommended current ratings given in Table 7 should be multiplied by the following correction factors:

- a) 0,85 for two-core cables;
- b) 0,70 for three- and four-core cables.

Table 7 – Recommended current ratings for single core cables in continuous service (ambient temperature 45 °C)

Nominal cross-sectional area of conductor S	Cable insulation						
	General purpose PVC	Heat resistant PVC	EPR and XLPE	Silicone rubber and mineral insulation			
	Maximum permissible service temperature of the conductor						
	60 °C	75 °C	85 °C	95 °C			
mm ²	A	A	A	A			
1	8	13	16	20			
1,5	12	17	20	24			
2,5	17	24	28	32			
4	22	32	38	42			
6	29	41	48	55			
10	40	57	67	75			
16	54	76	90	100			
25	71	100	120	135			
35	87	125	145	165			
50	105	150	180	200			
70	135	190	225	255			
95	165	230	275	310			
120	190	270	320	360			
150	220	310	365	410			
185	250	350	415	470			
240	290	415	490	-			
300	335	475	530	-			
NOTE The current ratings, <i>I</i> , in amperes, have been calculated for each nominal cross-sectional area <i>S</i> in mm ² using the formula							
$I = \alpha \times S^{0,625}$							
where α is a coefficient related to the maximum permissible service temperature of the conductor as follows:							
Maximum permissible temperature of the conductor		60 °C	75 °C	80 °C	85 °C	95 °C	
Value of α	For nominal cross-sectional area	$S \geq 2,5 \text{ mm}^2$	9,5	13,5	15	16	18
		$S < 2,5 \text{ mm}^2$	8	13	15	16	20

9.2.6 Correction factors for different ambient air temperatures

The ambient temperature of 45 °C, on which the current ratings in Table 7 are based, is considered to be a standard value for the ambient air temperature, generally applicable for any kind of vessel and for navigation in any climate.

When it is expected that the air temperature around the cables could be higher than 45 °C, the current ratings from Table 7 should be reduced using the correction factors given in Table 8.

Table 8 – Correction factors for various ambient air temperatures

Maximum conductor temperature °C	Correction factors										
	Ambient air temperature °C										
	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
60	1,29	1,15	1,00	0,82	–	–	–	–	–	–	–
65	1,22	1,12	1,00	0,87	0,71	–	–	–	–	–	–
70	1,18	1,10	1,00	0,89	0,77	0,63	–	–	–	–	–
75	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	–	–	–	–
80	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	–	–	–
85	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50	–	–
90	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,74	0,67	0,58	0,47	–
95	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55	0,45

9.2.7 Correction factors for cable bunching

The current rating values given in Table 7 (and those derived there from) may be used without further correction when up to six cables are bunched together.

If there are up to six cables bunched together on cable trays, in cable conduits, ducting pipes or trunking, and these cables are expected to operate simultaneously at their full rated capacity and are laid close together in such a way that there is an absence of free air circulation around them, then a correction factor of 0,85 shall be applied.

9.2.8 Correction factors for non-continuous service

If a cable is intended to supply a motor or equipment operating for periods of not more than 1 h, its current rating given in Table 7 may be increased using the relevant rating correction factor given in Table 9.

Table 9 – Correction factors for half-hour and one-hour service

Nominal cross-sectional area mm ²	Half-hour service	One-hour service
1 to 10	1,06	1,06
16	1,09	1,06
25	1,19	1,08
35	1,34	1,14
50	1,55	1,25

9.2.9 Parallel connection of cables

Cables with conductors having a cross-section of less than 10 mm² shall not be connected in parallel.

NOTE 1 The current-carrying capacity of cables connected in parallel is the sum of the current ratings of all parallel conductors, provided that the cables have equal impedance, cross-section and rated conductor temperatures.

NOTE 2 See the recommendation of Clause 28 of IEC 60092-352 relating to special precautions for single-core cables for a.c. wiring.

9.2.10 Segregation of circuits

Separate cables shall be used for all circuits requiring individual short-circuit/over-current protection, except in the following cases:

- a) a control circuit which is taken from its main circuit (for example, for an electric motor) may be carried in the same cable as the main circuit provided that the main circuit and the subsidiary control circuit are controlled by a common isolator;
- b) non-essential circuits with voltages not exceeding the safety extra-low voltage as defined in 3.1 may be carried in the same cable.

If it is necessary to bunch in a common support, gland, cable conduit, ducting pipe or trunking cables which have insulating materials with a different maximum rated conductor temperature, the size of these cables shall be sufficient to ensure that no cable can reach a temperature higher than its rating.

10 Cable and wiring installation and termination

10.1 Earth bonds

10.1.1 Electrical equipment enclosures

Metallic enclosures for electrical and electronic equipment shall be connected to the vessel's earth via the protective conductor, or connected to the hull of a steel vessel, or the electrical equipment enclosed may be constructed in accordance with the principle of double insulation.

Each earth bond shall be made of copper or another corrosion-resistant material and shall be securely installed and protected against damage and against galvanic corrosion.

The nominal cross-sectional area of each earth bond conductor shall be not less than one-half the cross-sectional area of the current-carrying conductor to the electrical equipment enclosed, but subject to a minimum of 2,5 mm².

Accessible non-current-carrying conductive parts adjacent to electrical equipment which could be made inadvertently live shall be bonded to earth, either direct or via supplementary bonding conductors, to the protective conductor of the electrical equipment or its enclosure or direct to the hull of a steel vessel.

Metals used for earth or earth-bond terminal studs, nuts and washers shall be corrosion-resistant and galvanically compatible with the conductor and terminal. Aluminium and unplated steel shall not be used for studs, nuts or washers in electrical circuits. No more than four conductors shall be secured to one earth bond terminal stud.

10.1.2 Earthing of the protective conductor in non-metal vessels

The earthing plate to which the protective conductor shall be connected shall be of copper or other conducting material compatible with sea-water and shall have a surface area of not less than 0,25 m². It shall be secured to the outside of the hull in an area reserved for this purpose and located below the light-load water line so that it is immersed under all conditions of heel.

10.1.3 Isolation of control systems from engine earth on metallic hulled vessel

For metallic hulled vessels, and particularly those of aluminium alloy, control systems of internal combustion engines should be insulated from engine earth.

10.2 Cable terminations

Screw-clamp or screw-less terminals shall conform to IEC 60947-7-1. Other terminals shall be of the ring or captive-spade type, not dependent on screw or nut tightness alone for retention on the screw or stud. Captive-spade terminals shall be of the self-locking type.

The dimensions and design of cable sockets and clamps shall be such that the maximum current likely to flow through them will not cause the rated operating temperature of the cable insulation to be exceeded.

The means of fixing of conductors and terminals shall be capable of withstanding the thermal and dynamic effects of short circuits.

The ends of every conductor shall be securely terminated by a means which contains all the strands of the conductor.

The number of wires terminated in the same cable socket or clamp shall not exceed the maximum number recommended by the accessory manufacturer.

Exposed shanks of terminals shall be protected against accidental shorting by the use of insulating barriers or sleeves, except those in the protective conductor system.

Connections for cables and bus-bars shall be protected against loosening due to vibration.

All conductors attached to stud or screw connections shall be fitted with suitable terminals i.e. no bare wires attached to stud or screw connections.

Solderless crimp-on terminals and connectors shall be attached with the type of crimping tool designed for the termination used.

Solder shall not be the sole means of mechanical connection, except for connections within the enclosures of electronic equipment.

Soldering fluxes containing acid or other corrosive substances shall not be used.

Battery terminal connectors which depend on spring tension for mechanical connection to the terminal shall not be used.

10.3 Cable and conductor installation

Cables and conductors shall be installed so as to be protected from foreseeable risks and damage.

10.3.1 Cable and conductor runs

Cable runs shall be as short and direct as possible, well supported and protected, and shall be designed to avoid areas of fire risk and areas where there is risk of mechanical damage. Cable penetrations shall not impair the effectiveness of fire protection, watertightness or gastight decks and bulkheads.

Conductors shall be routed away from exhaust pipes and other heat sources which can damage the insulation. The minimum clearance of the conductors is 50 mm from water-cooled exhaust components and 250 mm from dry exhaust components.

Conductor connections shall be consistent with the degree of protection given in Table 4.

Conductors shall be routed above anticipated levels of bilge water and in other areas where water may accumulate, or at least 25 mm above the level at which the automatic bilge-pump switch activates. However, if conductors must be routed in the bilge area, the conductor, containment and connections shall conform to IP 67 in accordance with IEC 60529, as a minimum, and there shall be no connection below the foreseeable water level.

Materials used for glands and bushings shall be resistant to corrosion and shall not damage the cable or the vessel's structure.

Bending radius shall conform to IEC 60092-352.

10.3.2 Cable and conductor support and protection

Conductors that are not sheathed shall not be accessible and shall be supported throughout their length on cable trays, in cable conduits, ducting pipes or trunking, or by individual supports at maximum intervals of 300 mm. Other sheathed conductors shall be supported at maximum intervals of 450 mm.

Each conductor longer than 300 mm installed separately shall have a cross-section of at least 1 mm². Each conductor in a multi-conductor sheath shall have a minimum cross-section of at least 0,75 mm² and may extend out of the sheath a distance not exceeding 800 mm.

Sheathed conductors and battery conductors to the battery disconnect switch shall be supported at maximum intervals of 300 mm, with the first support not more than 1 m from the terminals.

Conductors which may be exposed to physical damage shall be protected by sheaths, or installed in cable conduits, ducting pipes, trunking or other equivalent means. Conductors passing through bulkheads or structural members shall be protected against damage to insulation by chafing.

With the exception of cables for portable appliances and cables and conductors installed in cable conduits, ducting pipes, trunking or other equivalent means, cables and conductors shall be fixed by means of clips, saddles or straps of suitable flame-retardant material, having a surface area sufficiently large and shaped in such a way that the cables or conductors remain located without their coverings becoming damaged.

10.4 DC and AC cabling and wiring segregation

A d.c. circuit shall not be contained in the same wiring system as an a.c. circuit, unless one of the following methods of separation is used.

- a) For a multicore cable or cord, the cores of the d.c. circuit are separated from the cores of the a.c. circuit by an earthed metal screen of equivalent current-carrying capacity to that of the largest core in either circuit.
- b) The cables are insulated for their system voltage and installed in separate compartments of a cable ducting or trunking system.
- c) The cables are installed on a tray or ladder where physical separation is provided by a partition.
- d) Physically separate conduit, duct, trunking or routing systems are used for d.c. and a.c. systems.
- e) The d.c. and a.c. conductors are fixed direct to a surface and separated by at least 100 mm.

10.5 Conductor identification

10.5.1 General

Each electrical conductor that is part of the electrical system shall have a means to identify its function in the system, except for conductors integral with engines as supplied by their manufacturers, and bonding conductors.

IEC 60446 identifies conductor insulation colours of a single phase a.c. system as:

- live conductors: black or brown;
- neutral conductors: white or light blue;
- protective conductors: green and yellow.

NOTE 1 A colour stripe or number may be added to the conductor insulation for identification in the system.

NOTE 2 Vessels with a.c. and d.c. systems should avoid the use of a brown, white or light-blue insulation colour in the d.c. system unless clearly separated from the a.c. conductors and identified.

10.5.2 Bonding conductors

All bonding conductors shall be identified by green with a yellow stripe insulation, or may be uninsulated. Conductors with green with a yellow stripe insulation shall not be used for current-carrying conductors.

10.5.3 Conductor insulation colours in d.c. systems

All d.c. negative conductors shall be identified by black or yellow insulation. If the vessel is also equipped with an a.c. electrical system which may use black conductor insulation for phase conductors, yellow insulation shall be used for d.c. negative conductors of the d.c. system. Black or yellow insulation shall not be used for d.c. positive conductors.

All d.c. positive conductors shall be identified by red insulation.

The protective conductor shall be identified by green and yellow insulation.

Means of identification other than colour for d.c. positive conductors is permitted if properly identified on the wiring diagram of the electrical system(s) of the vessel.

10.6 Lightning protection

Where lightning protection is fitted to vessels, the following requirements should apply.

10.6.1 Conductors

Lightning conductors shall be made of copper (strip or stranded) and shall be not less than 70 mm² in cross-section. They shall be secured to a copper spike not less than 12 mm in diameter, projecting at least 300 mm above the top of the mast. The lower end of the conductor shall be earthed.

10.6.2 Installation

Lightning conductors shall be installed external to the vessel. They should run as straight as possible and sharp bends should be avoided. Bolted, riveted or welded joints only shall be used.

10.6.3 Earthing

If the hull is metallic, the lower end of the lightning conductor shall be earthed to the hull.

If the hull is non-metallic, the lower end of the lightning conductor shall be connected to an earthing plate of copper or other conducting material compatible with sea-water, not less than 0,25 m² in surface area, secured to the outside of the hull in an area reserved for this purpose and located below the light-load water line so that it is immersed under all conditions of heel. The earthing plate for the lightning conductor shall be additional to, and separate from, the earthing plate used for the power-system earthing or earth bonding systems.

11 Testing

11.1 General

After the electrical installation has been completed and before the vessel is placed in commission, the entire electrical installation shall be tested. Such tests are intended to indicate the general condition of the installation at the time of completion; however, satisfactory test results do not in themselves necessarily ensure that the installation is satisfactory in all respects.

11.2 Earthing

Tests shall be made to verify that all protective conductors and bonds are connected to the frame of the apparatus and to the hull or earthing plate, and that earth contacts in socket-outlets have been connected to earth. The maximum value of the resistance to earth shall be 1,0 Ω .

11.3 Insulation resistance

It is recommended that insulation resistance be measured by self-contained instruments such as a direct-reading ohmmeter of the generator type, applying a voltage of at least 500 V. The test voltage for systems rated less than 230 V should be limited to twice the rated voltage of the equipment being tested. The insulation resistance shall be recorded together with the ambient temperature and the relative humidity at the time of test.

NOTE Care should be taken on electronic equipment to ensure that no damage is sustained due to the application of test voltages.

11.3.1 Switchboards, panel boards and distribution boards

Before switchboards, or panel boards and distribution boards are put into service, their insulation resistance shall be not less than 1 M Ω when measured between each busbar and earth and between each insulated busbar and busbars connected to the other pole or poles. The insulation resistance shall be recorded together with the ambient temperature and the relative humidity at the time of test.

This test shall be made with all circuit-breakers and switches open and all fuse-links for pilot lamps, earth-fault indication lamps, voltmeters, etc. removed and voltage coils temporarily disconnected.

11.3.2 Lighting and power circuits

A test for insulation resistance between all insulated poles and earth and, where practicable, between poles, shall be applied to all permanent wiring. A minimum value of 1 M Ω shall be obtained. The insulation resistance shall be recorded, together with the ambient temperature and the relative humidity at the time of test.

11.3.3 Generators and motors

The insulation resistance of generators and motors shall be measured at operating temperature immediately after running at normal load. The embedded temperature sensor of the machine, if any, is connected to earth during testing. A minimum value of 1 M Ω shall be

obtained. The results obtained depend not only on the characteristics of the insulation materials and on the way in which they are applied, but also on the ambient temperature and the relative humidity, which shall be recorded at the time of the test.

11.3.4 Transformers

The insulation resistance of transformers shall be measured at operating temperature. A minimum value of 1 MΩ shall be obtained. The results obtained depend not only on the characteristics of the insulation materials and on the way in which they are applied, but also on the ambient temperature and the relative humidity, which shall be recorded at the time of the test.

11.4 Switchgear and controlgear

The switchboards or panel boards and distribution boards shall be loaded as near as practicable to its normal working load in order to ensure no overheating occurs due to faulty connections or incorrect rating. Switches, circuit-breakers and controls shall be operated on load to test their suitability and to demonstrate that the operation of over-current, under-voltage and reverse-current or reverse-power protective devices are electrically and mechanically satisfactory.

11.5 Voltage drop

Tests shall be made on consuming devices to verify that the voltage drop specified in 9.2.2 and 9.2.3 has not been exceeded.

11.6 Internal communication circuits

Circuits operating at a voltage of 50 V and above shall have an insulation resistance between the two conductors and between each conductor and earth of not less than 1 MΩ.

For circuits operating at a voltage below 50 V, the insulation resistance shall not be less than 0,3 MΩ.

NOTE If necessary, any or all appliances connected to the circuit may be disconnected while the insulation resistance is tested.

11.7 Lighting, heating and galley equipment

Electrical devices and circuits shall be tested under operating conditions to ensure that they are suitable and satisfactory for their purposes.

12 Vessels over 24 m in length

For vessels over 24 m, the following requirements are applicable in addition to those described in the previous clauses.

12.1 Essential services

In addition to the definition indicated in Clause 3, examples of essential services may include but are not limited to:

- a) engine-starting equipment;
- b) fire extinguishing systems;
- c) bilge pumps;
- d) bilge level detection;
- e) fire detection and alarm systems

- f) navigation lights, VHF and navigation equipment;
- g) ventilation blowers.

12.2 Capacity of the batteries

Each battery shall be of sufficient capacity for at least the following number of start attempts of the prime mover which it normally supplies, each attempt being of a minimum of 10 s duration:

- a) 12 starts for each reversible propulsion engine;
- b) 6 starts for each non-reversible propulsion engine connected to a variable pitch propeller or other device for enabling the propulsion engine to be started under no load conditions;
- c) 3 starts for each prime mover for generators, emergency fire pumps and similar.

If starting batteries are used for supplying other services, the capacity shall be increased accordingly.

For systems where both positive and negative conductors may be isolated from earth, then a double-pole switch in the circuits of both conductor from each battery bank shall be fitted.

12.3 Earthing

The means of bonding should, where possible, be separate from that provided at the ship's hull for radio, radar and communications circuits to minimize possible interference.

12.3.1 Earthed neutral systems (TN-type systems)

The power supply for essential services which are not duplicated shall not be disconnected by a single earth fault.

12.3.2 Non-earthed system (IT-type system)

Insulation-monitoring devices shall be fitted to give warning of earth faults and assist in the location of the fault.

12.4 Segregation of circuits

In the case of electrical equipment which provides essential services, for which it is mandatory to have at least two supplies, for example, steering gear installations, each supply and any associated control cables shall follow different routes, which shall be separated both vertically and horizontally.

12.5 Battery charger protection

The charging facilities for batteries reserved for SOLAS requirements shall be such that the completely discharged battery can be charged to 80 % charge within 10 h without exceeding a safe charge rate and having due regard for service requirements.

12.6 Protection against over current and fault current – Special applications

Circuits which supply safety equipment, such as radio, navigation and navigational aids, shall be individually protected against short circuits by circuit-breakers or fuses. These circuits shall be clearly identified.

12.7 Navigation light supply

If it is not possible to visually observe the operation of the navigation lights from the vessel's decks, such lights shall be provided with an automatic indicator which gives audible and/or visual warning in the event of failure of a navigation light. If a visual signal is used which is

connected in series with the navigation light, means shall be provided to prevent the extinction of the navigation light should the visual signal fail.

Each such navigation light shall be provided in its insulated phase or pole with a switch and fuse or alternatively by a circuit-breaker fitted on the distribution board.

12.8 Radio and navigation equipment

For sea-going vessels, a dedicated circuit from the main switchboard and a separate emergency source of supply, for example, a primary or accumulator (storage) battery, shall be provided for supplying the radio and navigational equipment.

12.9 Navigation, control, instrumentation and communication systems

Each system shall be thoroughly tested to determine its suitability and to verify its operation to specification. Particular attention should be paid to the testing of the vessel's radio installation and the essential systems, for example, the alarm system and fire detection system.

12.10 Electric and electro-hydraulic steering gear

Means for indicating that the motors of electric and electro-hydraulic steering gear are running shall be installed in the navigation bridge and at a suitable main machinery control position. Short-circuit protection and an overload alarm shall be provided for steering gear electric and electro-hydraulic circuits and motors. Protection against excess current, including starting current, if provided, shall be for not less than twice the full-load current of the motor or circuit so protected, and shall be arranged to permit the passage of the appropriate starting current. The alarm required shall be both audible and visual.

12.11 Electromagnetic compatibility

Electrical equipment for all commercial vessels and recreational vessels shall conform to IEC 60533 and IEC 60945.

Annex A (informative)

Shore-side power supply arrangements

A.1 Connection to a shore power supply

A.1.1 General

Shore-side supply arrangements should be in accordance with IEC 60364-7-709.

A.1.2 Instructions included in a vessel owner's manual (ISO 10240)

If an a.c. electrical system is installed in a vessel to be powered from a shore supply, the owner's manual should include instructions for the operation and maintenance of the system, including a wiring diagram with conductor identification, and the following.

- a) Do not modify the vessel's electrical systems or relevant drawings. Installation, alterations and maintenance should be performed by a competent marine electrical technician. Inspect the system at least biennially.
- b) If the reverse polarity indicator is activated, do not use the electrical system. Correct the polarity fault before activating the electrical system on the vessel.

NOTE Required for polarized systems fitted with a polarity indicator.

- c) Disconnect shore-power connections when the system is not in use.
- d) The connecting flexible cable must be in one length, without signs of damage and must not contain joints or other means to increase its length. The plugs at both ends must be clean and dry.
- e) The entry of moisture and salt into the vessel's socket inlet may cause a hazard. Examine carefully and clean the socket inlet before connecting the supply.
- f) Use double-insulated portable appliances wherever possible.

A.1.3 Information and instructions for connecting an electrical shore supply to a vessel

It is recommended that a marina operator provide every vessel operator who wishes to connect a vessel to a shore electrical supply point with an up-to-date copy of the instruction notice and also install an up-to-date clearly legible and weather-protected copy of the instruction notice at every electrical shore supply point (see 5.5).

The instruction notice should be in the national language(s) of the country and in English.

Information on the sign to be fitted adjacent to the shore power electrical power supply point should include, at least, the following:

INSTRUCTIONS FOR CONNECTION TO A MARINA SHORE SUPPLY

This marina (or similar location) provides a direct, earthed, connection to the shore supply.

General

- a) Unless you have an isolating transformer fitted on board your vessel to isolate the electrical system on your vessel from the shore supply, there is an increased risk of galvanic corrosion (electrolysis) damaging your vessel.

- b) The supply voltage at this marina is (V* Hz* [normally 230 V 50 Hz single-phase and 400 V 50 Hz three-phase], supplied by socket outlets complying with IEC 60309-2.

* To be completed by the marina operator.

- c) Measures shall be taken to prevent the connecting flexible cable or the connectors from falling into the water during connection or disconnection.
- d) Only the connecting flexible cable from the vessel should be connected to any shore supply socket-outlet.
- e) Only one vessel should be connected to one socket-outlet.
- f) The connecting cable should be undamaged and in one length, without joints and the connectors should be in good condition.
- g) Moisture, dust and salt in the vessels appliance socket inlet may constitute a serious hazard. Examine the vessel's socket inlet: clean and dry it, if necessary, before plugging in the connecting flexible cable from the marina shore supply.
- h) It is dangerous for unskilled persons to attempt repairs or alterations. If any difficulty arises, consult the marina operator.

On arrival

- a) After mooring, switch off all current-using equipment on the vessel.
- b) Examine the flexible cable and its connectors to ensure that it is undamaged and in good condition.
- c) Connect the flexible cable first at the socket inlet of the vessel and then to the shore supply.
- d) Ensure the cable is placed where it will not be damaged and ensure that it will not be a trip hazard to other persons.

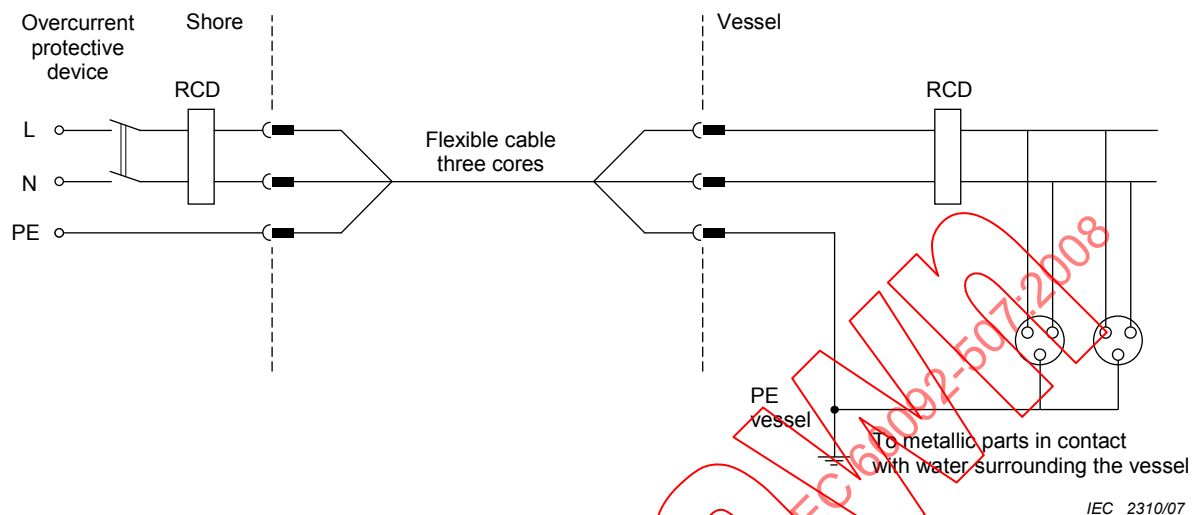
Before leaving

- a) Switch off all current-using equipment on the vessel.
- b) Disconnect the flexible cable from the socket-outlet on the shore and then from the socket-inlet on the vessel.
- c) Replace the cover on the socket-inlet on your vessel to prevent the ingress of the water.

Coil up the connecting flexible cable, ensure the plugs are clean and dry and store the cable in a dry location where it will not be damaged.

A.2 Examples of general arrangements for electrical supply to a vessel

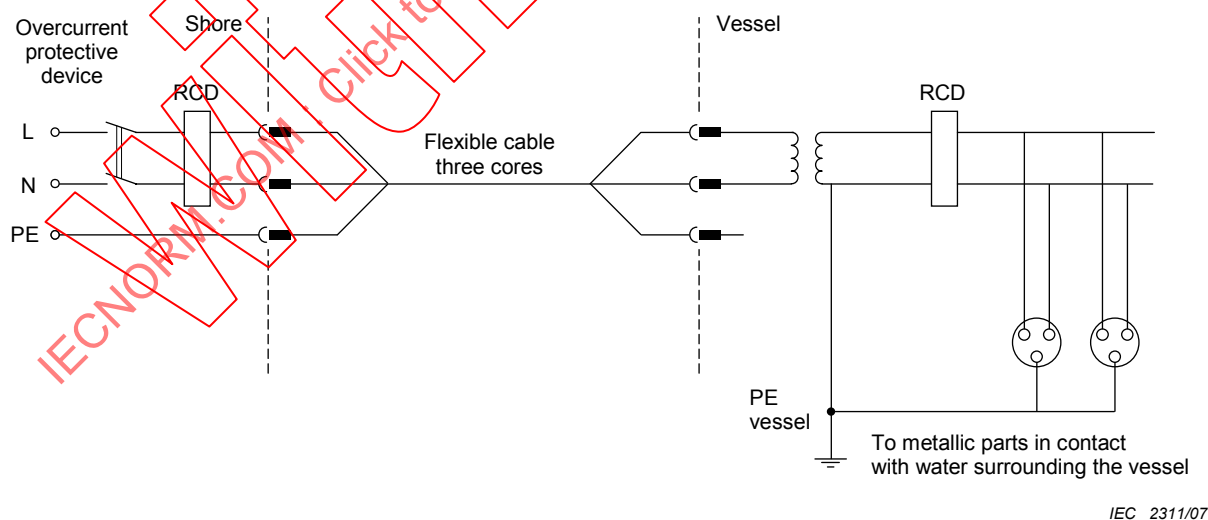
A.2.1 Direct connection to a single phase mains supply



NOTE There is a risk of electrolytic corrosion resulting from circulating galvanic currents in the protective conductor to shore.

Figure A.1 – Direct connection to a single phase mains supply

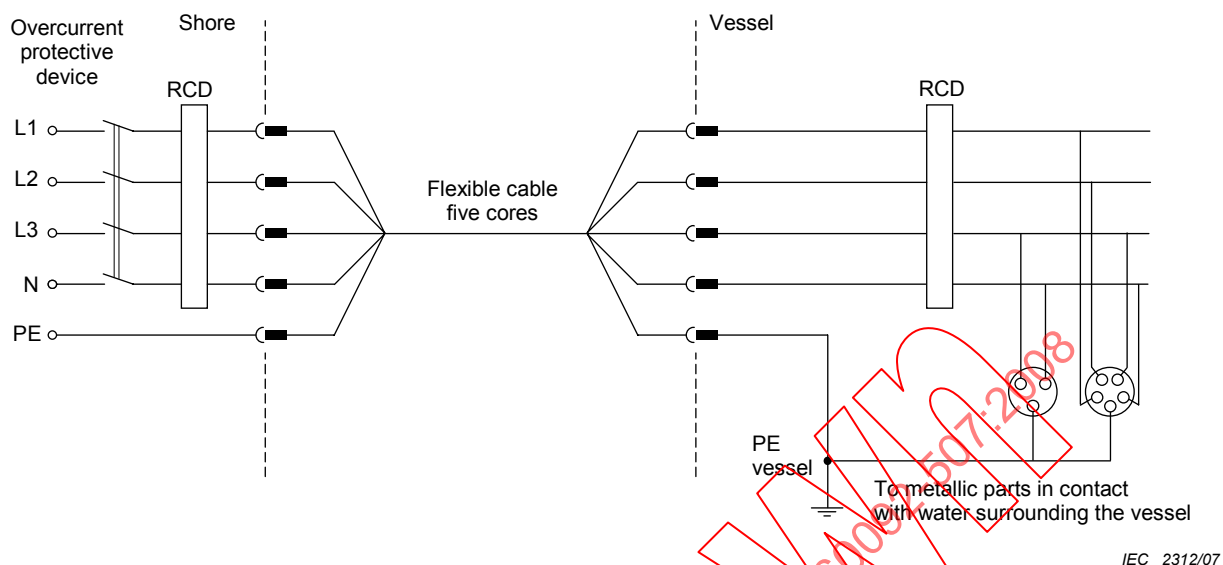
A.2.2 Direct connection to a single phase mains supply with an isolating transformer on the vessel



NOTE No connection shall be made between the PE conductor of the vessel and the PE conductor of the shore supply. This is to prevent galvanic currents circulating between the hull of the vessel and metallic parts on the shore side.

Figure A.2 – Direct connection to a single phase mains supply with an isolating transformer on the vessel

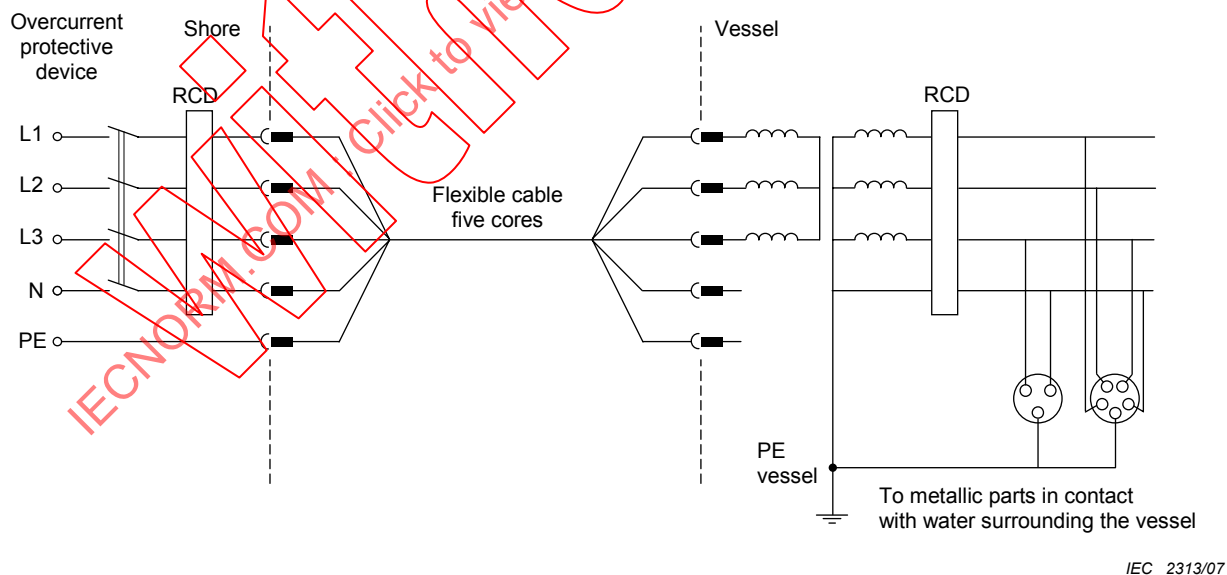
A.2.3 Direct connection to a three phase mains supply



NOTE There is a risk of electrolytic corrosion resulting from circulating galvanic currents in the protective conductor to shore.

Figure A.3 – Direct connection to a three phase mains supply

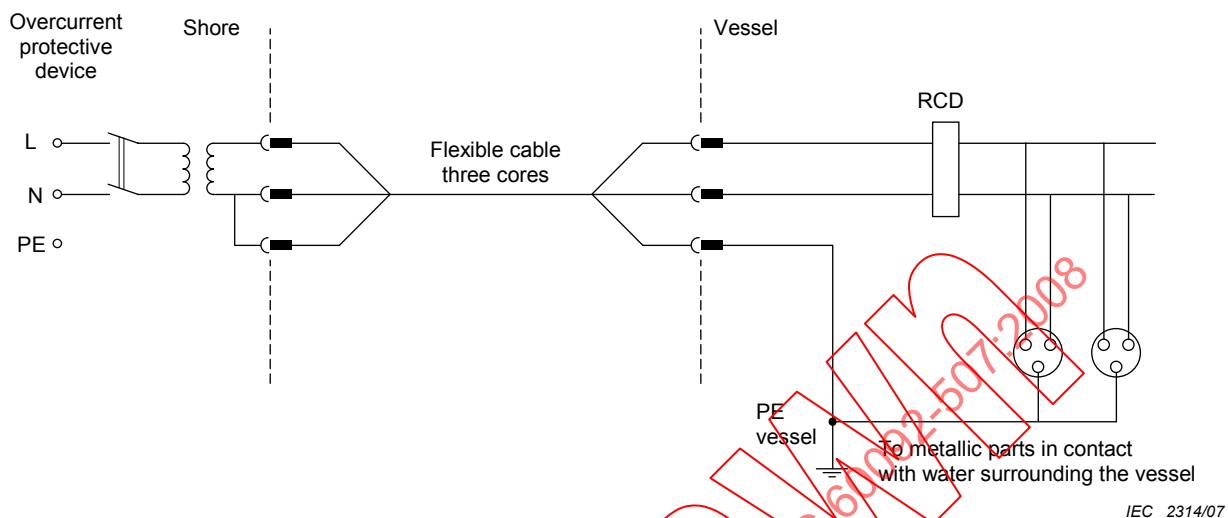
A.2.4 Direct connection to a three phase mains supply with an isolating transformer on the vessel



NOTE No connection shall be made between the PE conductor of the vessel and the PE conductor of the shore supply. This is to prevent galvanic currents circulating between the hull of the vessel and metallic parts on the shore side.

Figure A.4 – Direct connection to a three phase mains supply with an isolating transformer on the vessel

A.2.5 Connection to a single phase supply through a shore-mounted isolating transformer



NOTE 1 No connection shall be made between the PE conductor of the supply on the vessel and the PE conductor of the shore supply. This is to prevent galvanic currents circulating between the hull of the vessel and metallic parts on the shore side.

NOTE 2 Only one socket-outlet shall be connected to each secondary winding of the isolating transformer.

NOTE 3 The metallic parts of the vessel in contact with the water are bonded to the PE of the vessel.

Figure A.5 – Connection to a single phase supply through a shore-mounted isolating transformer

Bibliography

IEC 60364-7-709:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 7-709: Requirements for special installations or locations – Marinas and similar locations*

IEC 60446:2007, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or alphanumerics*

ISO 10240:2004, *Small craft – Owner's manual*

Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972 (COLREGs)

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-507:2008

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-507:2008

Withdrawn

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	53
INTRODUCTION	55
1 Domaine d'application	56
2 Références normatives	56
3 Termes et définitions	58
3.1 Généralités	58
3.2 Réseaux de distribution à courant continu	59
3.3 Réseaux de distribution à courant alternatif	59
3.4 Protection	60
3.5 Equipement	61
4 Exigences générales	62
4.1 Valeurs assignées	62
4.2 Température de l'air ambiant et de l'eau de refroidissement	62
4.3 Mouvements du navire	63
4.4 Variations de tension et de fréquence	63
4.5 Sources électriques	64
4.6 Matériel	67
4.7 Matériels et enveloppes électriques	68
4.8 Fiches et socles de prises	71
4.9 Installation de batteries	71
4.10 Chargeurs de batteries	72
4.11 Circuits de communication intérieurs	73
4.12 Appareillage électrique pour atmosphère explosive gazeuse	73
4.13 Câbles et accessoires électriques fixés sur des structures en matériau différent	73
4.14 Alimentation des feux de navigation	73
4.15 Luminaires	73
4.16 Appareils électriques de chauffage et de cuisson	73
4.17 Compas magnétiques	73
5 Réseaux de distribution	74
5.1 Réseaux de distribution à courant continu	74
5.2 Réseaux de distribution en courant alternatif	74
5.3 Conducteurs de liaison à la terre	75
5.4 Equilibre des charges dans les réseaux triphasés alternatifs	75
5.5 Dispositions des connexions par le quai	75
6 Protection contre les chocs électriques dans les réseaux dont la tension dépasse 50 V en courant alternatif	76
6.1 Protection contre les contacts directs	76
6.2 Coupure automatique de l'alimentation vers le circuit terminal ou le matériel	76
6.3 Réseaux avec neutre relié à la terre	77
6.4 Réseau sans neutre relié à la terre (réseau du type IT)	77
6.5 Utilisation des matériels de la classe II	77
7 Protection contre les surintensités et le courant de défaut	78
7.1 Généralités	78
7.2 Caractéristiques des dispositifs de protection	78

7.3	Réseaux à courant continu	78
7.4	Réseau à courant alternatif	79
7.5	Génératrices	79
7.6	Transformateurs	79
7.7	Protection du moteur	80
8	Facteur de simultanéité	80
8.1	Circuits autres que les circuits terminaux	80
8.2	Application des facteurs de simultanéité	80
8.3	Circuits terminaux	80
8.4	Circuits de puissance des moteurs	80
9	Câbles	80
9.1	Sélection des câbles	80
9.2	Détermination des sections des conducteurs	81
10	Installation et terminaison des câbles et câblages	85
10.1	Liaisons à la terre	85
10.2	Terminaisons des câbles	86
10.3	Installation de câble et de conducteur	86
10.4	Séparation des câbles en courant continu et des câblages en courant alternatif	88
10.5	Identification des conducteurs	88
10.6	Protection contre la foudre	89
11	Essais	89
11.1	Généralités	89
11.2	Mise à la terre	89
11.3	Résistance d'isolement	89
11.4	Appareillage	90
11.5	Chute de tension	90
11.6	Circuits de communication intérieurs	90
11.7	Matériels d'éclairage, de chauffage et de cuisson	91
12	Navires de plus de 24 mètres	91
12.1	Services essentiels	91
12.2	Capacité des batteries	91
12.3	Mise à la terre	91
12.4	Séparation physique des circuits	92
12.5	Protection du chargeur de batteries	92
12.6	Protection contre les surintensités et le courant de défaut – Applications spéciales	92
12.7	Alimentation des feux de navigation	92
12.8	Équipement radio et de navigation	92
12.9	Systèmes de navigation, de commande, d'instrumentation et de communications	92
12.10	Appareil à gouverner électriques et électro-hydraulique	92
12.11	Compatibilité électromagnétique	93
	Annexe A (informative) Dispositifs d'alimentation	94
	Bibliographie	99

Figure A.1 – Raccordement direct à un réseau monophasé	96
Figure A.2 – Raccordement direct à une alimentation monophasée avec un transformateur de sécurité à bord du navire	96
Figure A.3 – Raccordement direct à un réseau triphasé	97
Figure A.4 – Raccordement direct à une alimentation triphasée avec un transformateur de sécurité à bord du navire	97
Figure A.5 – Raccordement à une alimentation monophasée par un transformateur de sécurité monté sur le quai	98
Tableau 1 – Paramètres de conception – Température	63
Tableau 2 – Décalage angulaire et mouvement	63
Tableau 3 – Tensions et fréquences alternatives pour les réseaux d'alimentation des navires	64
Tableau 4 – Degrés de protection en accord avec la CEI 60529	69
Tableau 5 – Distances dans l'air et lignes de fuite minimales des jeux de barres nues	70
Tableau 6 – Courants de référence pour le calcul de la ventilation minimale	72
Tableau 7 – Caractéristiques assignées recommandées en service permanent pour des câbles mono conducteurs (température ambiante de 45 °C)	83
Tableau 8 – Facteurs de correction pour diverses températures ambiantes	84
Tableau 9 – Facteurs de correction pour une utilisation d'une demi-heure et d'une heure	84

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 507: Petits navires

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. Des organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales peuvent également participer à ces travaux en liaison avec la CEI. 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 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'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les normes internationales de la CEI dans leurs normes 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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60092-507 a été établie par le comité d'études 18 de la CEI: Installations électriques des navires et des unités mobiles et fixes en mer.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 2000 et constitue une révision technique.

Cette deuxième édition présente les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition antérieure:

- a) Les réseaux monophasés à courant continu et à courant alternatif et les réseaux triphasés à courant alternatif sont maintenant regroupés dans un même document.
- b) La norme spécifie désormais les exigences pour les installations électriques applicables à tous les petits navires de commerce ou de plaisance jusqu'à 50 m ou dont le tonnage brut ne dépasse pas 500 GRT (gross registered tons) conçus pour être utilisés dans les eaux intérieures ou en mer.

Le texte de cette Norme est basé sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
18/1067/FDIS	18/1073/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.

Une liste de toutes les parties qui composent la série CEI 60092, dont le titre général est *Installations électriques à bord des navires*, peut être trouvée sur le site Web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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 intègre et coordonne, autant que possible, les exigences existantes pour les installations électriques des petits navires telles qu'elles sont publiées dans d'autres parties de la série CEI 60092 et dans la série CEI 60364.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-507:2008

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 507: Petits navires

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60092 spécifie les exigences pour la conception, la construction et l'installation des réseaux électriques à bord des petits navires dont la longueur ne dépasse pas 50 m et le tonnage brut 500 GRT (gross registered tonnage) qui sont conçus pour être utilisés dans les eaux intérieures ou en mer. Elle n'est pas destinée à s'appliquer aux petits navires équipés d'une batterie alimentant des circuits pour le démarrage d'un moteur et pour les feux de navigation uniquement, rechargée par un alternateur entraîné par un moteur en-bord ou hors-bord.

NOTE 1 Pour les réseaux à courant alternatif qui présentent des tensions supérieures à 250 V monophasés ou 500 V triphasés, pour les réseaux à courant continu de plus de 50 V et pour les navires de tonnage supérieur à 500 GRT ou de longueur supérieure à 50 m, d'autres normes de la série 60092 s'appliquent.

NOTE 2 L'attention est attirée sur les réglementations qui régissent des exigences spécifiques pour les feux de navigation des petits navires.

NOTE 3 L'attention est attirée sur le fait que, dans certains pays, les Directives CE sur la CEM (89/336/CEE), basse tension (73/23/CEE) et sécurité générale des produits (92/59/CEE) peuvent être appliquées. En outre, la directive du conseil 97/70 s'applique aux navires de pêche d'une longueur supérieure ou égale à 24 m et la directive du conseil 98/18 s'applique aux navires pour passagers. L'attention est également attirée sur les Directives 94/25/CE et 2003/44/CF sur les navires de plaisance. Pour les navires à grande vitesse, l'attention est attirée sur le code international de sécurité pour les navires à grande vitesse (code NGV).

La présente norme s'applique aux types de réseaux électriques à courant continu ou alternatif suivants, individuellement ou en combinaison:

- a) réseaux à courant continu de tension nominale ne dépassant pas 50 V;

NOTE Par exemple, pour beaucoup de petits navires, ce sera l'installation électrique principale. Alternativement un navire équipé d'une installation à courant alternatif comme installation électrique principale peut aussi être équipé d'une installation à courant continu pour la navigation et d'équipements de communications alimentés par des batteries.

- b) réseaux à courant alternatif monophasés qui opèrent à une tension nominale n'excédant pas 250 V;

NOTE Un tel réseau peut être l'installation électrique principale d'un navire, ou un réseau qui peut n'être alimenté que lorsqu'il est connecté à une alimentation par le quai. Les circuits en courant alternatif Très Basse Tension, Très Basse Tension de Sécurité et les autres circuits peuvent également comprendre une partie d'un réseau à courant alternatif monophasé. Un navire peut aussi être équipé de réseau(x) à courant continu comme en a) ci-dessus.

- c) réseaux à courant alternatif triphasés qui opèrent à une tension nominale n'excédant pas 1 000 V.

NOTE Le réseau triphasé est susceptible de constituer le réseau d'alimentation électrique principal de l'installation électrique d'un navire. Un tel navire peut être également équipé d'un ou de plusieurs sous-réseaux à courant alternatif et à courant continu.

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. En ce qui concerne les références non datées, la dernière édition du document référencé (y compris tout amendement) s'applique.

CEI 60079 (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

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

CEI 60092-201:1994, *Installations électriques à bord des navires – Partie 201: Conception des systèmes – Généralités*

CEI 60092-202:1994, *Installations électriques à bord des navires – Partie 202: Conception des systèmes – Protection*

CEI 60092-301:1980, *Installations électriques à bord des navires – Partie 301: Matériel – Génératrices et moteurs*

CEI 60092-302, *Installations électriques à bord des navires – Partie 302: Ensembles d'appareillage à basse tension*

CEI 60092-303, *Installations électriques à bord des navires – Partie 303: Matériel – Transformateurs de puissance*

CEI 60092-304, *Installations électriques à bord des navires – Partie 304: Convertisseurs à semiconducteurs*

CEI 60092-306, *Installations électriques à bord des navires – Partie 306: Matériel – Luminaires et appareillages d'installation*

CEI 60092-307, *Installations électriques à bord des navires – Partie 307: Matériel – Appareils de chauffage et de cuisson*

CEI 60092-350, *Installations électriques à bord des navires – Partie 350: Câbles d'énergie pour utilisation à bord des navires – Construction générale et prescriptions d'essai*

CEI 60092-352:2005, *Electrical installations in ships – Part 352: Choice and installation of electric cables* (disponible en anglais seulement)

CEI 60092-401, *Installations électriques à bord des navires – Partie 401: Installation et essais après achèvement*

CEI 60092-502:1994¹⁾, *Installations électriques à bord des navires – Partie 502: Navires-citernes – Caractéristiques spéciales*

CEI 60092-504:1994²⁾, *Installations électriques à bord des navires – Partie 504: Caractéristiques spéciales – Conduite et instrumentation*

CEI 60309-1, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 1: Règles générales*

CEI 60309-2, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 2: Règles d'interchangeabilité dimensionnelle pour les appareils à broches et alvéoles*

CEI 60332-1 (toutes les parties), *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé*

¹⁾ La quatrième édition de la CEI 60092-502 (1994) a été remplacée par une nouvelle édition (CEI 60092-502:1999) qui ne contient plus les données référencées dans le Tableau 1 de ce document.

²⁾ La deuxième édition de la CEI 60092-504 (1994) a été remplacée par une nouvelle édition (CEI 60092-502:2001) qui ne contient plus les données référencées dans le Tableau 1 de ce document.

CEI 60332-3-22, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 3-22: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles en nappes en position verticale – Catégorie A*

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

CEI 60533, *Installations électriques et électroniques à bord des navires – Compatibilité électromagnétique*

CEI 60898-1, *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues – Partie 1: Disjoncteurs pour le fonctionnement en courant alternatif*

CEI 60945, *Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes – Spécifications générales – Méthodes d'essai et résultats exigibles*

CEI 60947-7-1, *Appareillage à basse tension – Partie 7-1: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre*

ISO 8846, *Navires de plaisance – Equipements électriques – Protection contre l'inflammation des gaz inflammables environnants*

ISO 9094-1: *Petits navires – Protection contre l'incendie – Partie 1: Bateaux d'une longueur de coque inférieure ou égale à 15 m*

ISO 9094-2: *Petits navires – Protection contre l'incendie – Partie 2: Bateaux d'une longueur de coque supérieure à 15 m*

ISO 10239: *Petits navires – Installations alimentées en gaz de pétrole liquéfiés (GPL)*

*International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS):1974
Amendment (1983)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions fournis dans la CEI 60092-101, dont certain sont repris ci-dessous pour des raisons de commodité, s'appliquent avec ceux qui suivent.

3.1 Généralités

3.1.1

tension de sécurité

tension n'excédant pas 50 V en valeur efficace en courant alternatif, entre conducteurs ou entre un conducteur quelconque et la terre, dans un circuit isolé de l'alimentation, par exemple au moyen d'un transformateur de sécurité ou d'un convertisseur à enroulements séparés;

tension n'excédant pas 50 V en courant continu entre conducteurs ou conducteur et terre, dans un circuit isolé des circuits de tension supérieure

NOTE 1 Il y a lieu de considérer la réduction de la limite de 50 V dans certaines conditions telles que l'environnement humide ou l'exposition aux embruns ou lorsqu'il y a risque de contact direct avec des parties actives.

NOTE 2 Il convient que la limite de tension ne soit dépassée ni à pleine charge ni à vide, mais, dans le cadre de la présente définition, il est entendu que tout transformateur ou convertisseur fonctionne sous sa tension nominale d'alimentation.

[CEI 60092-101, définition 1.3.19]

3.1.2

services essentiels

services essentiels pour la navigation, la manœuvre ou la conduite du navire ou pour la sauvegarde de la vie humaine ou pour des fonctions spéciales du navire (par exemple, les services spéciaux)

[CEI 60092-101, définition 1.3.4]

3.1.3

mis à la masse

connectée électriquement à la masse générale de la coque du navire de façon à réaliser à tout moment une décharge immédiate et non dangereuse de l'énergie électrique

NOTE 1 Un conducteur est dit être "effectivement mis à la masse" quand il est relié électriquement à la coque sans l'interposition d'un coupe-circuit à fusibles, interrupteur, disjoncteur, résistance ou impédance dans la connexion de masse.

NOTE 2 Cette note ne concerne que le texte anglais.

[CEI 60092-101, 1.3.9]

3.1.4

borne négative du moteur

borne du moteur à laquelle le câble négatif d'un système de batterie est connecté

3.2 Réseaux de distribution à courant continu

3.2.1

distribution à courant continu à deux fils

réseau à courant continu ne comprenant que deux conducteurs entre lesquels est branchée la charge

[CEI 60092-201, 2.2.1]

3.3 Réseaux de distribution à courant alternatif

3.3.1

distribution en monophasé à deux fils

réseau à courant alternatif ne comprenant que deux conducteurs entre lesquels est branchée la charge

[CEI 60092-201, 2.3.1]

3.3.2

distribution en monophasé à trois fils

réseau à courant alternatif comprenant deux conducteurs actifs et un neutre, les appareils étant alimentés par les deux conducteurs actifs, ou par le conducteur neutre et l'un des deux conducteurs actifs, le courant circulant dans le conducteur neutre étant la somme algébrique des courants circulants dans les conducteurs actifs

[CEI 60092-201,]

3.3.3

distribution en triphasé à trois fils

réseau à courant alternatif comprenant trois conducteurs raccordés à une source triphasée

[CEI 60092-201, 2.3.3]

3.3.4

distribution en triphasé à trois fils

réseau à courant alternatif comprenant quatre conducteurs dont trois sont raccordés à une source triphasée et le quatrième au point neutre de la source de l'alimentation

[CEI 60092-201, 2.3.4]

3.4 Protection

3.4.1

circuit terminal

partie de canalisation située en aval du dernier dispositif de protection contre les surintensités pour le circuit considéré

[CEI 60092-101, 1.3.17, modifié]

3.4.2

dispositif de protection contre les surintensités

dispositif, fusible ou disjoncteur, conçu pour interrompre le circuit lorsque le flux de courant dépasse une valeur prédéterminée pendant une durée prédéterminée

3.4.3

fusible

dispositif dont la fonction est d'ouvrir par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments spécialement conçus et calibrés à cet effet, le circuit dans lequel il est inséré en coupant le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée. Le fusible comprend toutes les parties qui constituent le dispositif complet

3.4.4

disjoncteur

dispositif mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit

3.4.5

dispositif à courant différentiel résiduel (DDR) / disjoncteur de fuite à la terre (GFCI)

dispositif électromécanique de coupure conçu pour établir, supporter et interrompre des courants dans les conditions normales de service et de déclencher l'ouverture des contacts lorsque le courant résiduel atteint une valeur donnée dans des conditions spécifiées

3.4.6

appareillage à basse tension

combinaison d'un ou de plusieurs appareils de connexion à basse tension avec les matériels associés de commande, de mesure, de signalisation, de protection, de régulation, etc. souvent contenus à l'intérieur d'une enveloppe ou montés sur un panneau

NOTE Comme exemples de tels dispositifs, on peut citer les disjoncteurs, les fusibles, les interrupteurs, les instruments et les indicateurs.

3.4.7

conducteur de protection

conducteur utilisé comme mesure de protection, par exemple contre les chocs électriques en connectant électriquement toute partie conductrice accessible et extérieure d'un matériel électrique d'un navire à coque non métallique à la terre principale du navire

NOTE Dans le cas d'un navire à coque métallique, les parties conductrices accessibles et extérieures peuvent être reliées à la coque du navire par des jonctions métal/métal permanentes et fiables dont l'impédance est négligeable.

[VEI 195-02-09, modifié]

3.4.8

connexion d'équipotentialité

connexion entre parties ne transportant pas de courant, destinée à assurer la continuité des connexions électriques ou à égaliser le potentiel entre parties telles que l'armure ou la gaine de plomb de longueurs de câble voisines, la cloison, etc. Par exemple, la cloison et les câbles d'un local radio.

[CEI 60092-101, 1.3.7]

3.4.9

conducteur (de) neutre

conducteur relié électriquement au point neutre et pouvant contribuer à la distribution de l'énergie électrique

[VEI 195-02-06]

3.4.10

gaine

revêtement tubulaire continu et uniforme recouvrant un matériau métallique ou non métallique, généralement extrudé

[VEI 151-12-41, modifié]

3.5 Equipement

3.5.1

système de goulottes

système d'enveloppes comprenant un fond avec un couvercle amovible destiné à l'environnement complet des conducteurs, câbles ou des cordons isolés et pour contenir d'autres matériels électriques

[VEI 442-02-34, modifié]

3.5.2

accessible (comme appliqué au matériel)

objet ou dispositif qui peut être par inadvertance touché ou approché par une personne quelconque à une distance inférieure à la distance de sécurité. Cette définition s'applique aux objets qui ne sont pas protégés de façon adéquate

[CEI 60092-101, 1.3.5]

3.5.3

cosse à œillet

composant de borne de conducteur qui est maintenu raccordé à la vis ou au plot même lorsque la fixation de borne fileté est lâche

3.5.4

matériel de sécurité de type certifié

matériel conçu et construit pour être conforme à la série CEI 60079

3.5.5

alimentation par le quai

accessoire conçu pour être monté sur un navire, de type mâle protégé, destiné à être connecté au connecteur femelle de l'extrémité navire du câble d'alimentation par le quai pour réaliser la connexion électrique pour la distribution de l'énergie électrique

3.5.6

transformateur

transformateur comportant une séparation de protection entre les enroulements d'entrée et de sortie et le conducteur de protection

3.5.7

génératrice

dispositif qui crée un courant continu ou alternatif (alternateur) pour être distribué au réseau électrique à bord du navire

NOTE Sous sa forme la plus simple, une génératrice peut être un alternateur à moteur à redresseur intégré pour la recharge d'un réseau à très basse tension à bord de petits navires. Il peut également s'agir d'un panneau solaire, d'une génératrice éolienne ou d'un moulin à eau ou encore d'une pile à combustible.

[VEI 411-32-01, modifié]

3.5.8

batterie

3.5.8.1

élément ouvert

élément qui permet aux produits de l'électrolyse et de l'évaporation de s'échapper librement des éléments vers l'atmosphère et peut recevoir des additions d'électrolyte

3.5.8.2

élément étanche

élément qui reste fermé et ne laisse échapper et n'absorbe ni gaz, ni liquide lorsqu'il fonctionne dans les limites spécifiées par le fabricant (les éléments peuvent être munis d'un dispositif de sécurité destiné à éviter toute pression interne dangereusement élevée)

3.5.8.3

batterie étanche à soupapes

éléments qui sont fermés mais possèdent une soupape qui permet l'échappement de gaz si la pression interne dépasse une valeur prédéterminée (la version plomb acide est appelée VRLA – en anglais *valve-regulated lead-acid*, plomb acide étanche à soupapes)

4 Exigences générales

4.1 Valeurs assignées

Les conducteurs, les appareillages et les accessoires doivent être dimensionnés pour les conditions environnementales et de fonctionnement attendues et doivent supporter les surcharges et les courants transitoires présumés, induits par le courant de démarrage des moteurs, sans dommage, déclenchement ou échauffement.

4.2 Température de l'air ambiant et de l'eau de refroidissement

Le matériel électrique doit être conçu pour fonctionner de manière satisfaisante avec les différents paramètres de température indiqués au Tableau 1 (source Tableau 4 de la CEI 60092-101).

Tableau 1 – Paramètres de conception – Température

Paramètres		Valeur unitaire	Type de matériel
Norme CEI applicable	Article (Paragraphe)		
Température élevée de l'air		° C	
CEI 60092-201	Article 33	45	Câbles
CEI 60092-301	3.1 (Tableau A.1)	50	Génératrices et moteurs
CEI 60092-352	3.3.4	45	Câbles
CEI 60092-502:1994	A.2.1.3, A.3.1.3, A.3.2.3.3	50	Matériel de sécurité de type certifié (pour utilisation dans les navires citernes)
CEI 60092-504:1994	3.2	55	Commande et instrumentation
Température basse de l'air		° C	
		5	Généralités
		– 25	Pont extérieur
Température élevée de l'eau		° C	
CEI 60092-301	3.1 (Tableau A.1)	30	Génératrices et moteurs

4.3 Mouvements du navire

Le matériel électrique doit être conçu pour continuer à fonctionner de manière satisfaisante avec différents mouvements du navire par rapport à la normale indiqués au Tableau 2 (source Tableau 6 de la CEI 60092-101).

NOTE Pour les navires à voile uniquement, les angles de gîte maximaux de 45° sur chaque amure doivent être pris en compte.

Tableau 2 – Décalage angulaire et mouvement

Condition statique	Décalage angulaire autour de l'axe longitudinal (gîte)	
	Conditions générales ^{a,b}	± 15°
	Conditions d'urgence	± 22° 30'
	Décalage angulaire autour de l'axe transversal (assiette)	
Condition dynamique	Conditions d'urgence ^a	± 10°
	Rotation autour de l'axe longitudinal (roulis) ^c	± 22° 30'
	Rotation autour de l'axe transversal (tangage) ^c	± 7° 30'
^a Le navire dans toute combinaison d'angles dans ces limites.		
^b Pour les navires destinés au transport en vrac de gaz liquéfiés et de produits chimiques dangereux, se reporter à l'amendement de 1983 au SOLAS 1974, Volumes II et III.		
^c Ces mouvements peuvent intervenir de manière simultanée.		

4.4 Variations de tension et de fréquence

Les matériels doivent fonctionner sous les variations normales de tension et de fréquence, en présence de distorsions harmoniques susceptibles d'apparaître sur le réseau de distribution en fonctionnement normal.

4.4.1 Réseaux continus

La tolérance de tension continue nominale aux bornes de la batterie pour laquelle tous les matériels à courant continu doivent fonctionner est de ± 10 %

Les services essentiels du navire doivent rester fonctionnels jusqu'à la tension minimale aux bornes de la batterie.

NOTE Lorsque des chargeurs de batteries / une combinaison de batteries sont utilisés comme réseaux continus, il convient que des mesures appropriées soient prises pour maintenir la tension dans les limites spécifiées au cours du chargement, du chargement rapide et du déchargement des batteries.

4.4.2 Réseaux alternatifs

Le réseau doit être conçu pour fonctionner dans les limites des variations suivantes:

- i) fréquence: $\pm 5 \%$;
- ii) tension: $+6 \%$
 -10% ;
- iii) distorsion harmonique simple: $< 3 \%$;
- iv) distorsion harmonique totale: $< 5 \%$.

Le Tableau 3 donne les valeurs recommandées des tensions et fréquences nominales ainsi que les valeurs maximales de tension permises pour l'alimentation des navires.

Tableau 3 – Tensions et fréquences alternatives pour les réseaux d'alimentation des navires

Application	Tensions nominales recommandées V	Fréquences nominales recommandées Hz	Tension maximale V
1 Puissance, cuisson et chauffage. Matériels fixes et connectés de manière permanente	Monophasé 120/230 Triphasé 400/440	Monophasé/Triphasé 50 ou 60	Monophasé 250 Triphasé 1000
Matériel alimentant les socles de prise de courant, mis à la terre	Monophasé 120/230	Monophasé 50 ou 60	Monophasé 500
2 Eclairage fixe et socles de prise pour des buts non mentionnés aux points 1 ou 3 mais prévus pour des appareils à isolation double ou renforcée ou connectés par câble souple ou comportant un conducteur de protection	Monophasé 120/230	Monophasé 50 ou 60	Monophasé 250
3 Des socles de prise de courant pour utilisation lorsque des précautions particulières contre les chocs sont nécessaires:			
a) alimentés par ou sans transformateur de séparation	Monophasé 24 120/230	Monophasé 50 ou 60 50 ou 60	Monophasé 55 250
b) transformateur de sécurité alimentant un seul dispositif. Il convient que les deux conducteurs de ces réseaux soient isolés de la terre			

NOTE L'utilisation de tensions nominales telles que définies dans la CEI 60092-201 est autorisée.

4.5 Sources électriques

Le courant électrique du navire peut être fourni par une ou des génératrice(s) et/ou un banc principal de batteries ayant une capacité suffisante pour alimenter les services essentiels.

4.5.1 Réseaux à courant continu alimentés par des batteries

Un navire dont le seul mode de propulsion est un moteur à combustion interne, avec démarrage électrique, doit être prévu avec deux batteries ou un groupe de batteries, individuellement de puissance suffisante pour démarrer le moteur.

Une batterie ou un groupe de batteries doit être réservé au service de démarrage du moteur, l'autre alimentant les services électriques du navire. Il doit être possible de choisir quelle batterie ou quel groupe de batteries est utilisé pour quel usage et aussi de connecter les deux groupes de batteries en parallèle en cas d'urgence pour aider au démarrage du moteur. Des dispositifs spéciaux de partage de charge peuvent également être montés si nécessaire pour permettre le rechargement de deux ou de plus de deux batteries par une seule génératrice.

Chaque banc principal de batteries doit pouvoir être isolé du réseau en courant continu qui est alimenté, normalement par un interrupteur dans le conducteur positif de chaque batterie ou groupe de batteries. La fonction d'interrupteur isolateur peut être combinée avec la fonction de sélection de service ci-dessus. Le sélecteur ou le dispositif de commande de batterie doit être installé dans un emplacement facilement accessible, aussi près que possible en pratique de la batterie ou du groupe de batteries.

Les interrupteurs d'isolation ne doivent pas être placés dans des compartiments de batteries ou des conteneurs. Les interrupteurs d'isolation à télécommande, s'ils sont utilisés, doivent aussi permettre un fonctionnement manuel en toute sécurité.

Cependant, les systèmes suivants peuvent être connectés entre l'interrupteur d'isolation et la batterie:

- a) des dispositifs électroniques à mémoire protégée et à dispositifs de protection comme les pompes de cale et les alarmes, si elles sont protégées individuellement par un disjoncteur ou un fusible selon ce qui est réalisable à la borne de batterie;
- b) un ventilateur d'aspiration du compartiment moteur/réservoir de carburant, s'il est protégé séparément par un fusible ou un disjoncteur, aussi proche que possible de la borne de la batterie;
- c) des dispositifs de charge qui sont destinés à être utilisés lorsque le navire est sans surveillance (par exemple panneaux solaires, génératrices à énergie éolienne) s'ils sont protégés individuellement par un fusible ou un disjoncteur aussi près que possible en pratique de la borne de batterie.

Les caractéristiques continues minimales de l'interrupteur de sélection/d'isolation de batterie doivent être au moins égales au courant maximal pour lequel le disjoncteur principal est calibré et également à la charge intermittente du circuit moteur de démarrage ou aux caractéristiques du courant du conducteur d'alimentation, en prenant la moins élevée des deux valeurs. Un interrupteur séparé de coupure de batterie peut être installé pour le circuit électrique de rotation du vireur du moteur.

4.5.2 Génératrice de courant continu

Il existe généralement des alternateurs avec des redresseurs et des régulateurs intégrés montés sur le moteur primaire qui chargent les batteries d'accumulateurs qui alimentent le matériel électrique et les services essentiels du navire.

La (ou les) génératrice(s) doit/doivent être capable(s) de fournir la charge totale et simultanément de charger le banc principal de batteries jusqu'à 80 % de charge en 10 h.

Les génératrices de courant continu à énergie éolienne, les génératrices entraînées par roues à hélices remorquées et les systèmes photovoltaïques doivent être équipés de régulateurs de charge de manière à ce que la tension de dégazage de la batterie à laquelle elles sont connectées ne soit pas dépassée.

4.5.3 Réseaux à courant alternatif

Le courant peut être fourni par une des configurations suivantes ou une combinaison afin de fournir la charge de réseau requise:

- a) par navire, un ou plusieurs câbles d'alimentation par le quai et entrées de courant associées, câblage et composants avec une capacité pour fournir la charge de réseau requise;
- b) un onduleur fournissant un courant alternatif à partir du réseau à courant continu du navir;
- c) génératrice(s) à courant alternatif de bord fournissant la charge de réseau requise;
- d) combinaison de câbles d'alimentation par le quai et de génératrice(s) de bord utilisés simultanément si les circuits du navire sont disposés de telle manière que la charge connectée à chaque source soit isolée de l'autre.

Les circuits individuels ne doivent pas pouvoir être mis sous tension simultanément par plus d'une source de courant électrique. Deux ou plus de deux génératrices triphasées, lorsqu'elles sont correctement synchronisées, doivent être traitées comme une source unique. Chaque entrée d'alimentation par le quai, chaque génératrice ou onduleur doit être considéré comme une source séparée de courant alternatif. Le transfert entre un circuit d'alimentation et un autre doit être réalisé par un moyen qui ouvre tous les conducteurs sous tension avant de fermer l'autre circuit source, qui empêche tout arc entre les contacts et qui est verrouillé par des moyens mécaniques ou électromécaniques. Tous les conducteurs sous tension doivent être coupés simultanément lorsqu'on change de source d'alimentation.

4.5.4 Génératrice de courant alternatif

Une génératrice de courant alternatif peut être entraînée par son propre générateur ou être alimentée par le moteur primaire ou par un générateur affilé à l'arbre du moteur.

Lorsqu'un réseau à courant alternatif est prévu comme source principale de courant électrique et qu'il se compose d'une génératrice unique, un moyen alternatif de démarrage de la génératrice doit être prévu.

Les machines électriques, y compris les moteurs primaires et/ou les convertisseurs/onduleurs doivent être conformes aux exigences applicables des CEI 60092-301 et 60092-304.

Les conducteurs d'alimentation sortant d'une génératrice doivent être adaptés à la capacité thermique de la génératrice et doivent être protégés au niveau de la génératrice avec des dispositifs de protection contre les surintensités conformément aux exigences de la CEI 60092-202.

NOTE Une exception peut être faite pour les génératrices à auto-limitation (auto réglables) dont le courant de surcharge maximal ne dépasse pas 120 % de la valeur de sortie de courant assigné; celles-ci ne nécessitent pas de protection externe contre les surintensités.

Il convient que la continuité de l'alimentation ne soit pas perturbée par une charge génératrice de distorsion harmonique ou par des charges élevées.

La combinaison moteur primaire, système de transmission et génératrice doit être conçue pour résister sans dommage aux effets de la condition de court-circuit la plus exigeante aux bornes de la génératrice lorsqu'elle fonctionne à la tension et à la vitesse assignée.

Lorsqu'une synchronisation et un fonctionnement parallèle de plusieurs génératrices sont exigés, les sections correspondantes des autres normes de la série CEI 60092 s'appliquent.

4.5.5 Instruments de mesure

Les valeurs de pleine charge normale doivent être marquées en rouge sur l'échelle de l'instrument pour tous les instruments d'indication et des étiquettes appropriées doivent être fixées aux instruments numériques, le cas échéant.

4.5.5.1 Instruments pour les batteries

Les bancs de batteries principaux doivent être fournis avec au moins un voltmètre pouvant commuter entre chaque groupe et un ampèremètre. Sinon, des dispositifs de surveillance appropriés de la condition des batteries peuvent être montés pour surveiller et afficher l'état de la ou des batterie(s).

4.5.5.2 Instruments pour génératrices de courant continu

Les génératrices de courant continu de 2 kW ou plus, ne fonctionnant pas en parallèle, doivent être pourvues d'au moins un voltmètre et un ampèremètre.

Pour un fonctionnement en parallèle, un voltmètre doit être prévu pour chaque génératrice (ou un voltmètre et un permutateur pour sa connexion à chaque génératrice), ainsi qu'un ampèremètre pour chaque génératrice et un voltmètre doit être connecté à chaque barre.

Pour des génératrices à excitation compound avec connexions d'équipotentialité, l'ampèremètre doit être connecté au pôle de signe opposé à celui connecté aux enroulements en série de la génératrice.

4.5.5.3 Instruments pour les génératrices de courant alternatif

Les génératrices de courant alternatif ne fonctionnant pas en parallèle, exception faite des génératrices monophasées de puissance inférieure à 2 kVA, doivent être équipées d'au moins un voltmètre et un ampèremètre dans chaque phase (ou un ampèremètre avec un permutateur lui permettant de mesurer le courant dans chaque phase). Les génératrices d'une puissance supérieure à 15 kVA doivent être équipées d'un fréquencemètre.

Les génératrices fonctionnant en parallèle doivent être pourvues d'un wattmètre et d'un ampèremètre dans chaque conducteur de phase (ou d'un ampèremètre avec un permutateur permettant de lire le courant dans chaque phase). Les wattmètres doivent être capables d'indiquer le retour de puissance jusqu'à 15 % de la pleine charge assignée de la génératrice. Pour un fonctionnement en parallèle, il doit être prévu deux voltmètres, deux fréquencemètres et un dispositif de synchronisation comprenant soit un synchronoscope et des lampes, soit un dispositif analogue. Un voltmètre et un fréquencemètre doivent être reliés aux barres de distribution; l'autre voltmètre et l'autre fréquencemètre doivent avoir un permutateur pour permettre la mesure de la tension et de la fréquence de toute génératrice.

NOTE Lorsque des génératrices sont mises en fonctionnement en parallèle dans des installations avec le neutre à la terre, il est nécessaire d'assurer que le courant égalisateur causé par des harmoniques ne dépasse pas des valeurs nuisibles. Il convient de faire référence au guide du fabricant de la génératrice.

4.6 Matériel

4.6.1 Transformateurs

Les transformateurs utilisés pour la puissance et l'éclairage, et comme des convertisseurs statiques, des transformateurs de démarrage, des équilibres statiques, des réacteurs saturables et des transducteurs, y compris les transformateurs monophasés de puissance assignée inférieure à 1 kVA et les transformateurs triphasés de puissance assignée inférieure à 5 kVA, doivent être conformes à la CEI 60092-303.

Les transformateurs doivent être installés dans des locaux bien ventilés. Il est recommandé que leurs connexions soient, autant que possible, protégées contre les dommages mécaniques, la condensation et la corrosion.

Les transformateurs dont les liquides contiennent des biphényles polychlorés ne doivent pas être utilisés.

4.6.2 Convertisseurs/onduleurs

Les convertisseurs/onduleurs doivent être installés de manière que la circulation d'air ne soit pas entravée et que la température de l'air à leurs entrées de refroidissement ne dépasse pas la température ambiante.

Il convient que les ventilations naturelles soient conçues avec des ouvertures suffisantes ou des surfaces de refroidissement suffisantes pour éliminer la chaleur en cas de matériel complètement enfermé et fonctionner dans les limites admises de températures.

Les convertisseurs/onduleurs ne doivent pas être installés à proximité de sources rayonnant de la chaleur telles que les tuyaux d'échappement des moteurs.

Les composants des convertisseurs/onduleurs doivent être conçus pour que leur remplacement puisse être effectué sans démontage complet de l'appareil.

4.7 Matériels et enveloppes électriques

4.7.1 Exigences générales

La ventilation doit être appropriée pour maintenir la température ambiante inférieure ou égale à la valeur maximale spécifiée pour le fonctionnement des matériels. Les enveloppes des matériels électriques doivent présenter une résistance aux chocs et une rigidité appropriées et être montées de façon à ce que les matériels ne soient pas affectés par les perturbations, les vibrations et les mouvements de la structure du navire susceptibles d'apparaître pendant le fonctionnement normal du navire. Les ensembles d'appareillage de basse tension doivent être conformes avec la CEI 60092-302.

4.7.2 Degré général de protection des matériels et des enveloppes

Les parties sous tension du matériel électrique doivent être protégées contre le contact accidentel par l'utilisation d'enveloppes. L'accès à des parties sous tension du réseau électrique doit nécessiter l'utilisation d'outils à main ou il doit y avoir une protection au moins IP 2X. En fonction de leur emplacement, les matériels électriques doivent présenter des degrés de protection au moins égaux aux degrés indiqués dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Degrés de protection en accord avec la CEI 60529

Exemple d'emplacement	Génératrices	Moteurs	Transformateurs	Appareillages	Instruments	Dispositifs de sectionnement	Luminaires	Accessoires
Machine, barre (au-dessus du plancher) et salles de commande	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Local batteries							IP44+(Ex)	
Magasin général		IP22				IP44	IP44	IP44
Passerelle fermée; espaces de vie		IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Espaces humides, gaines de ventilation, machines (au-dessus du plancher)	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP55	IP44	IP55
Salle des machines ^a Barre (au-dessous du plancher)		IPX8			IPX8	IPX8	IPX8	
Pont extérieur		IP56		IP56	IP56	IP56	IP56	IP56

^a Les matériels électriques ne doivent pas être installés au-dessous des plaques de plancher des salles des machines, sauf en respectant les indications ci-dessus.

4.7.3 Protection contre les gouttes d'eau

Lorsque cela est nécessaire, les matériels électriques présentant un degré de protection inférieur à IPX2 doivent être équipés d'un capot ou de tout autre moyen de protection approprié pour protéger les parties sous tension et les isolations contre les gouttes d'eau.

4.7.4 Entrées de câbles

Les entrées de câble doivent, dans la mesure du possible, être placées à la base des matériels et des enveloppes et doivent avoir des caractéristiques IP égales à celles de l'enveloppe du matériel.

Si les entrées de câble sont situées sur les côtés ou au sommet d'une enveloppe, elles ne doivent pas altérer le degré IP de l'enveloppe du matériel.

4.7.5 Identification

Tous les matériels électriques et toutes les enveloppes doivent porter les marquages suivants:

- fabricant;
- numéro ou désignation du modèle;
- caractéristiques électriques en volts et ampères ou volts et watts;

- phase et fréquence, si applicable;
- type de sécurité certifié, si applicable.

4.7.6 Séparation des réseaux en courant continu et en courant alternatif

Les navires équipés à la fois de réseaux électriques à courant continu et à courant alternatif doivent avoir une distribution provenant soit de tableaux de distribution séparés soit d'un tableau de distribution commun avec une cloison pour séparer la section à courant alternatif de la section à courant continu l'une de l'autre.

4.7.7 Jeux de barres

Les jeux de barres et leurs connexions doivent être en cuivre et doivent être conçus pour résister aux contraintes mécaniques dues aux courts-circuits. L'élévation maximale de température doit être de 45 °C.

Les lignes de fuite et distances dans l'air minimales des jeux de barres nues doivent être conformes aux valeurs du Tableau 5 ci-après.

Tableau 5 – Distances dans l'air et lignes de fuite minimales des jeux de barres nues

Tension assignée d'isolement	Distance dans l'air minimale	Ligne de fuite minimale
V	mm	mm
≤ 250	15	20
> 250 à < 690	20	25
> 690 à < 1 000	25	35

4.7.8 Dispositifs de sectionnement et de commande

Chaque dispositif de sectionnement ou de commande doit être marqué pour indiquer son utilisation sauf si la fonction du dispositif est évidente et si une erreur de manœuvre ne cause pas de condition dangereuse. Les dispositifs de sectionnement doivent être conçus et disposés pour qu'en position ouverte, ils ne puissent pas accidentellement bouger suffisamment au point de fermer le circuit.

4.7.9 Circuits terminaux

Les circuits terminaux peuvent être alimentés à partir des tableaux ou des coffrets de distribution individuels ou des sections de distribution des tableaux.

Les dispositifs de protection tels que les disjoncteurs ou les fusibles doivent être mis en place à l'origine de chaque circuit terminal pour couper tout courant de surcharge dans les conducteurs des circuits avant que la chaleur ne puisse endommager l'isolation du conducteur, les connexions ou les bornes du système de câblage. Il convient que les caractéristiques de sélection, de disposition et de qualité de fonctionnement soient telles qu'elles permettent ce qui suit:

- a) la continuité maximale de service des circuits sains dans des conditions de défaut par la manœuvre sélective des différents dispositifs de protection;
- b) la protection des matériels et des circuits électriques contre les dommages dus aux surintensités, par la co-ordination des caractéristiques électriques du circuit ou de l'appareil et les caractéristiques de déclenchement des dispositifs de protection. Chaque fusible et disjoncteur doit être avoir une indication adjacente avec le courant nominal prévu approprié au circuit qu'il protège. Le manuel du propriétaire doit contenir un schéma

électrique indiquant avec précision chaque fusible et chaque disjoncteur du réseau électrique du navire ainsi que le courant nominal du circuit qu'ils protègent.

4.8 Fiches et socles de prises

4.8.1 Réseau à courant alternatif

Lorsqu'un réseau à la terre est utilisé, des fiches et des socles de type mis à la terre doivent être disposés avec une borne pour le conducteur de protection.

Si des socles de prise de courant sont alimentés sous des tensions différentes, les socles et les fiches doivent être conçus pour qu'une connexion incorrecte ne puisse pas être réalisée.

4.8.2 Réseaux à courant continu

Les socles et les fiches adaptées utilisés dans les réseaux en courant continu doivent être différents et ne doivent pas être interchangeables avec ceux utilisés dans les réseaux à courant alternatif sur le navire.

4.8.3 Installation dans des emplacements spéciaux

Les socles installés dans des emplacements subissant la pluie, des pulvérisations ou des éclaboussures (pont extérieur) doivent avoir un degré de protection IP 56 ou pouvoir être enfermés à l'intérieur d'enveloppes IP 56, au minimum, lorsqu'ils ne sont pas utilisés. Lorsque la fiche appropriée est connectée, le socle doit maintenir le degré IP 56.

Les socles installés dans des zones soumises à un envahissement par l'eau ou à une inondation momentanée doivent être à l'intérieur d'enveloppes IP 67, au minimum, lorsqu'une fiche appropriée est insérée.

Les socles prévus pour la zone de cuisine doivent être situés de manière à ce que les câbles des appareils puissent être enfichés sans passer au-dessus d'une cuisinière ou d'un évier ou traverser une zone de passage.

4.9 Installation de batteries

4.9.1 Dispositions générales

Les batteries doivent être adaptées aux mouvements et aux inclinaisons qui apparaissent lors de l'utilisation du navire et elles doivent être protégées contre la chute d'objets. Pour des inclinaisons jusqu'à 45°, l'électrolyte ne doit pas fuir des éléments ouverts. Sur les navires à voiles, les batteries doivent être suffisamment fixées pour les empêcher de se détacher en cas de chavirage complet (par exemple retournement). Les batteries d'accumulateurs au plomb et alcalines ne doivent pas être placées dans un même local ou conteneur ou à proximité immédiate.

Lorsque des batteries, à l'exception des types étanches à soupapes, sont installées dans une salle des machines, des bacs récepteurs ou des conteneurs résistants aux effets de l'électrolyte doivent être prévus. Les batteries ne doivent pas être installées directement au-dessus ou au-dessous d'un réservoir de carburant ou d'un filtre à carburant et tout autre composant métallique du système d'alimentation en carburant à moins de 300 mm au-dessus du sommet de la batterie, telle qu'elle est installée, doit être isolé électriquement.

4.9.2 Ventilation

L'espace machines dans lequel les batteries d'accumulateurs au plomb ou alcalines sont installées doit être bien ventilé avec de l'air frais de manière à éviter toute accumulation d'hydrogène ou d'oxygène.

Lorsque les batteries sont installées dans un compartiment fermé séparé ou dans des conteneurs réservés à cet effet, un système de ventilation ou d'autres moyens doivent être prévus pour permettre l'évacuation des gaz dégagés par les batteries pendant la charge.

Une entrée d'air dans les compartiments ou les conteneurs de batteries doit se situer sous le niveau des batteries et la sortie d'air doit se situer au point le plus haut du compartiment ou du conteneur et doit conduire directement à l'air libre avec des coudes inférieurs ou égaux à 45°.

Le débit minimal de ventilation (q) en litres par heure (l/h) doit être celui indiqué dans la formule suivante:

$$q = 110 \times I \times n$$

où:

n est le nombre d'éléments en série;

I est le courant en ampères choisi dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Courants de référence pour le calcul de la ventilation minimale

Type de batterie	Au plomb, ouverte ("Humide")		Au plomb, à soupapes (VRLA)		NiCd ouverte	
	Note 1					
Tension de charge maximale, Volts par élément (VPC)	2,23	2,4	2,27	2,4	1,4	1,55
Courant I par 100 Ah capacité nominale Ampères (A)	0,5	2,0	0,1	0,8	0,5	5
NOTE 1 Faible Maintenance avec $Sb < 3\%$						
NOTE 2 D'autres références peuvent être faites aux normes nationales et internationales appropriées applicables à la protection contre les dangers générés par l'électricité, les émissions de gaz et l'électrolyte des batteries au plomb et au NiCd.						

Si la ventilation naturelle est insuffisante ou impossible, une ventilation mécanique doit être prévue.

Lorsqu'une ventilation mécanique est utilisée, le ou les système(s) de chargement doit/doivent être verrouillé(s) de manière à se couper en cas de défaillance de la ventilation. Un dispositif d'avertissement doit être prévu et doit fonctionner en cas de défaillance.

Les dispositifs de sectionnement, les fusibles et les autres matériels qui peuvent générer des étincelles ne doivent pas être placés dans les compartiments ou conteneurs de batteries.

Les entrées de câbles dans les compartiments de batteries doivent être étanches au gaz.

4.10 Chargeurs de batteries

4.10.1 Protection contre les surcharges et l'inversion du courant de charge

Les chargeurs de batteries doivent comporter une protection contre les surcharges ou les surtensions et doivent posséder un indicateur de charge. Une protection contre une inversion de courant de charge doit être prévue.

4.10.2 Génératrice à énergie éolienne et dispositifs photovoltaïques

Les régulateurs de charge utilisés avec une génératrice à énergie éolienne ou avec des cellules photovoltaïques doivent être spécialement conçus pour de tels systèmes. Ils peuvent être utilisés pour charger les installations de batteries avec une limite de tension de sortie réglée sur la tension de dégazage appropriée pour la batterie.

4.11 Circuits de communication intérieurs

Si un circuit de communication est alimenté directement par un circuit de puissance ou par un circuit d'éclairage et que sa tension dépasse la tension de sécurité, tous les équipements doivent être conformes aux exigences relatives aux circuits terminaux.

4.12 Appareillage électrique pour atmosphère explosive gazeuse

Les matériels électriques destinés à fonctionner en atmosphère explosive gazeuse ou installés dans des emplacements où des gaz ou vapeurs inflammables ou des poussières explosives sont susceptibles de s'accumuler tels que compartiments des machines diesels, réservoirs de carburant, raccordements et autres connecteurs de composants de système de carburant, et dans des compartiments ou armoires contenant des bouteilles LPG et/ou des régulateurs de pression, doivent être conformes à la série CEI 60079 et/ou à l'ISO 8846, à l'ISO 10239 et aux ISO 9094-1 et ISO 9094-2.

NOTE Les compartiments ouverts présentant $0,34 \text{ m}^2$ de surface ouverte par mètre cube de volume de compartiment exposé à l'atmosphère ouverte à l'extérieur du navire sont une exception à cette exigence.

4.13 Câbles et accessoires électriques fixés sur des structures en matériau différent

Si des accessoires électriques sont fixés sur des structures réalisées dans un autre métal, par exemple l'aluminium, des précautions appropriées doivent être prises pour éviter toute corrosion galvanique.

4.14 Alimentation des feux de navigation

Tous les navires de haute mer de chaque type doivent être conformes aux réglementations internationales pour la prévention des collisions en mer de 1972 modifiées. La construction et l'installation des feux de navigation doivent satisfaire aux exigences de l'autorité concernée.

Les feux de navigation, le cas échéant, doivent être connectés chacun séparément à un tableau de distribution dédié, placé à un endroit accessible sur le navire. Des dispositions doivent être prises pour que l'alimentation des feux de navigation puisse être transférée vers une autre source.

4.15 Luminaires

Les luminaires doivent être conformes aux exigences applicables de la CEI 60092-306.

Les luminaires susceptibles d'être exposés à des risques de dommages mécaniques doivent être soit protégés contre de tels dommages soit être de construction particulièrement robuste. Il est recommandé que leur construction et leur installation soient appropriées à leur emplacement et à leur environnement.

4.16 Appareils électriques de chauffage et de cuisson

Les appareils électriques de chauffage et de cuisson doivent être conformes aux exigences applicables de la CEI 60092-307.

4.17 Compas magnétiques

Les conducteurs et les matériels doivent être situés à une distance telle des compas ou être blindés de telle manière que le champ magnétique externe de perturbation soit négligeable, entraînant une déviation inférieure à $30'$, que les circuits soient ou non sous tension à leur charge maximale.

5 Réseaux de distribution

5.1 Réseaux de distribution à courant continu

Les réseaux de distribution à courant continu doivent être soit

- a) des réseaux à courant continu à deux fils complètement isolés;
- b) des réseaux à courant à deux fils à terre négative.

5.2 Réseaux de distribution en courant alternatif

5.2.1 Types de réseaux de distribution en courant alternatif

Les réseaux doivent être des types suivants ou une combinaison de ceux-ci

- a) réseaux monophasés ou circuits terminaux
 - 1) monophasés, deux conducteurs isolés;
 - 2) monophasés, deux conducteurs avec neutre à la terre;
 - 3) monophasés, deux conducteurs avec point milieu mis à la terre pour l'éclairage et les socles de prises de courant;
 - 4) monophasés, trois conducteurs avec conducteur milieu mis à la terre, mais sans retour à la coque;
- b) réseaux triphasés
 - 1) trois conducteurs isolés (IT);
 - 2) quatre conducteurs avec neutre à la terre (type TN-C) mais sans retour par la coque;
 - 3) cinq conducteurs avec neutre à la terre (TN-S) mais sans retour par la coque.

5.2.2 Mise à la terre du conducteur de neutre dans les réseaux à courant alternatif de type TN

Le conducteur neutre d'un réseau à courant alternatif doit être relié à la terre uniquement à la source de l'alimentation par exemple au niveau de la génératrice de bord. Lorsqu'un navire est connecté à l'alimentation par le quai, le neutre doit seulement être relié à la terre à la source d'alimentation par le quai par l'intermédiaire du câble d'alimentation par le quai, sauf si un transformateur de sécurité est raccordé au navire lorsque le neutre doit être relié à la terre par le secondaire du transformateur de sécurité.

Les réseaux à neutre à la terre doivent être conçus de manière à ce que le courant de défaut à la terre potentiel ne dépasse pas la capacité de conception d'une quelconque partie du réseau et qu'un tel courant ait une amplitude suffisante pour déclencher une protection. Lorsque le point neutre est connecté directement à la terre, il convient que l'impédance de boucle à la terre soit suffisamment faible pour permettre le passage d'un courant d'une valeur d'au moins trois fois les caractéristiques du fusible pour les circuits protégés par fusible ou 1,5 fois le courant de déclenchement pour tout disjoncteur utilisé pour protéger le circuit.

5.2.3 Liaisons équipotentielle de protection dans des réseaux à courant alternatif

La liaison à la terre des parties non alimentées d'un réseau électrique est destinée à réduire le danger de choc pour le personnel et les dommages dus aux effets des courants à la terre. Ceux-ci peuvent intervenir suite à des défaillances de l'isolation des conducteurs actifs, des tensions et des courants induits.

Dans les navires à coque en acier, la présence d'une section comparative importante de métal pour les chemins de retour à la terre rend possible une méthode simple de mise à la terre (schémas TT et IT) dans laquelle les parties non alimentées peuvent être directement reliées à la coque du navire. Un navire à coque non métallique doit être équipé d'un

conducteur de protection (qui peut être séparé du conducteur de neutre (TN-S) ou non (TN-C)).

Les parties métalliques accessibles des machines et matériels électriques doivent être reliées à la terre sauf si la machine ou le matériel:

- est alimenté sous tension de sécurité;
- est alimenté sous une tension ne dépassant pas 230 V, valeur nominale par un transformateur de sécurité n'alimentant qu'un dispositif consommateur;
- est construit conformément au principe de double isolation (voir 6.5).

5.2.4 Conducteur de protection dans les réseaux en courant alternatif

Le(s) conducteur(s) de protection à courant alternatif doit/doivent être équipé(s) d'une connexion terminale vers la coque d'un navire à coque métallique ou si le navire n'a pas de coque métallique vers sa plaque de mise à la terre externe principale (voir 10.1.2). Dans les installations de plus grande taille, une barre de conducteur de terre principal peut être utilisée pour connecter tous les conducteurs de protection à un emplacement avant la réalisation de la connexion terminale.

La connexion terminale du conducteur de protection doit être réalisée à un emplacement situé au-dessus de toute accumulation d'eau prévue.

5.3 Conducteurs de liaison à la terre

Dans les réseaux à courant continu et à courant alternatif, il convient que la liaison à la terre soit telle qu'elle donne substantiellement un potentiel égal et une impédance de boucle de défaut à la terre suffisamment faible pour assurer un fonctionnement correct des dispositifs de protection. Les parties conductrices externes qui sont connectées à la coque d'un navire en acier par des jonctions métal sur métal fiables et permanentes d'impédance négligeable n'ont pas besoin d'être reliées à la terre par des conducteurs de terre séparés.

Chaque conducteur de terre doit être en cuivre ou dans un autre matériau résistant à la corrosion et il doit être solidement installé et protégé lorsque cela est nécessaire contre les dommages et la corrosion électrolytique.

Le conducteur de terre peut être isolé, la couleur de l'isolation pour les installations en courant continu et en courant alternatif doit être le vert avec des bandes jaunes. Cette combinaison de couleurs ne doit pas être utilisée pour les conducteurs sous tension.

5.4 Equilibre des charges dans les réseaux triphasés alternatifs

Les parties consommant du courant doivent être groupées dans les circuits terminaux de façon que, dans des conditions normales, la charge sur chaque phase soit équilibrée autant que possible au niveau de la distribution individuelle et des tableaux secondaires aussi bien qu'au niveau du tableau général.

5.5 Dispositions des connexions par le quai

5.5.1 Généralités

Lorsqu'un navire nécessite un raccordement à une alimentation en courant alternatif par le quai, une entrée adaptée doit être installée à bord pour connecter le ou les câble(s) souple(s) au socle de l'alimentation par le quai. Le neutre de courant alternatif du navire doit être prévu pour n'être à la terre pour l'alimentation par le quai lorsque celle-ci est sélectionnée pour alimenter le réseau alternatif du navire (cela signifie que le neutre de courant alternatif du navire doit être déconnecté de la terre du navire lorsque l'alimentation par le quai est connectée sauf si le navire est équipé d'un transformateur de sécurité (voir 5.2.2)).

Des dispositions doivent être prises pour vérifier la polarité ou l'ordre des phases (en triphasé alternatif) de l'alimentation d'entrée par rapport au réseau du navire.

5.5.2 Connexions du navire

Un seul navire à la fois doit être raccordé à un même socle d'alimentation par le quai. L'Article A.1 fournit des détails des instructions de connexion qu'il est conseillé d'introduire dans le manuel du propriétaire de petits navires (ISO 10240) et des détails de l'information à inclure à l'emplacement du dispositif d'alimentation coté quai conformément à la CEI 60364-7-709.

Le câble souple d'alimentation par le quai doit être équipé des dispositifs de connexion suivants:

- a) une fiche conforme à la CEI 60309-1 ou à la CEI 60309-2 pour la connexion au socle d'alimentation par le quai;
- b) un câble souple, de type 245 selon la CEI 60245-4 ou un équivalent, qui est soit connecté en permanence au navire soit connecté à une fiche conforme à la CEI 60309-2 pour raccordement à une alimentation de type mâle protégée à bord du navire.

NOTE Voir les exemples donnés dans l'annexe A2

5.5.3 Dispositif de sélection pour un navire équipé de son propre réseau alternatif

Pour les navires qui sont équipés d'une production de courant alternatif alimentant les réseaux embarqués, un dispositif de sélection à verrouillage doit empêcher toute connexion parallèle entre l'alimentation par le quai et l'alimentation embarquée. Ce dispositif de sélection doit présenter une isolation appropriée et doit inclure toutes les phases et le neutre. Le dispositif de sélection du navire doit être équipé d'un indicateur destiné à montrer à quel moment l'alimentation par le quai est sous tension.

5.5.4 Informations et instructions de connexion

Des informations et des instructions doivent être fournies donnant tous les détails concernant le réseau d'alimentation, la tension et la fréquence nominales du réseau du navire et la procédure pour réaliser la connexion. Des informations doivent également être données sur l'ordre des phases des réseaux alternatifs triphasés pour trois connexions de phase.

Les instructions fournies à bord du navire doivent inclure au minimum celles qui sont détaillées en A.1.2.

6 Protection contre les chocs électriques dans les réseaux dont la tension dépasse 50 V en courant alternatif

6.1 Protection contre les contacts directs

Les parties actives doivent être protégées contre le contact accidentel par l'utilisation des enveloppes conformément à 4.7.2.

Toutes les parties conductrices accessibles qui ne sont pas sous tension doivent être reliées à la terre soit par le conducteur de protection soit par une connexion directe avec la coque d'un navire en acier.

6.2 Coupure automatique de l'alimentation vers le circuit terminal ou le matériel

Un dispositif de protection (fusible, disjoncteur ou DDR) doit isoler automatiquement l'alimentation du circuit ou du matériel en cas de défaut entre partie active et masse.

NOTE Un dispositif de protection à courant résiduel fournira un degré de protection personnelle important dans la plupart des circonstances aux emplacements où le risque de contact accidentel est accru. A bord des navires qui ont des installations électriques à courant alternatif monophasées relativement petites qui sont alimentées à certains moments par une alimentation par le quai, un DDR unique est généralement prévu qui protège l'ensemble du réseau en courant alternatif du navire. Il convient de noter que toutes les marinas ou tous les chantiers navals ne sont pas équipés de socles de quai protégés par DDR. Il convient que le dispositif à courant résiduel doit avoir un courant de fonctionnement résiduel assigné inférieur à 30 mA et une durée de fonctionnement inférieure à 40 ms avec un courant résiduel de 150 mA.

6.3 Réseaux avec neutre relié à la terre

Dans les réseaux avec neutre relié à la terre, la source est directement connectée à la terre et toutes les parties conductrices accessibles de l'installation doivent être connectées au point relié à la terre du réseau du navire par un réseau TN avec un ou des conducteur(s) de protection.

Dans les réseaux avec neutre relié à la terre, les dispositions de protection pour les circuits terminaux en particulier vers les emplacements à espace confiné ou exceptionnellement humide où un risque particulier dû à la conductivité peut exister doivent être:

- a) un dispositif de protection contre les surintensités;
- b) un dispositif de protection à courant résiduel d'une sensibilité de 30 mA maximum pour les circuits terminaux vers les emplacements dans lesquels il existe un risque accru de contact des personnes avec des parties conductrices sous tension.

6.4 Réseau sans neutre relié à la terre (réseau du type IT)

Les réseaux de type IT sont admis lorsque la continuité de service est demandée; sinon, un réseau TN est acceptable. Dans les réseaux IT, le ou les conducteur(s) de phase du navire est/sont isolé(s) de la terre et le point étoile est soit isolé de la terre soit délibérément connecté à la terre par l'intermédiaire d'une impédance suffisamment élevée.

Dans les réseaux de type IT, il est admis qu'un premier défaut apparaisse entre une partie sous tension et une partie conductrice accessible sans coupure automatique sous réserve qu'il existe une surveillance de la terre ou un contrôleur permanent d'isolement. Un deuxième défaut doit avoir pour résultat la coupure automatique. Une tension présumée de contact dépassant 50 V en courant alternatif ne doit pas se prolonger pendant une durée suffisante pour entraîner un risque d'effet physiologique nocif pour les personnes.

NOTE Des dispositions spéciales peuvent être nécessaires pour les services essentiels dans les réseaux de type IT.

Dans les réseaux de type IT, les dispositions de protection en particulier vers les emplacements à espace confiné ou exceptionnellement humides où un risque particulier dû à la conductivité peut exister doivent être:

- a) un dispositif de protection contre les surintensités;
- b) un dispositif de protection à courant résiduel d'une sensibilité de 30 mA maximum pour les circuits terminaux vers les emplacements dans lesquels il existe un risque accru de contact des personnes avec des parties conductrices sous tension.

6.5 Utilisation des matériels de la classe II

La protection par utilisation de matériels de classe II donnée dans la CEI 60536 ou par isolation équivalente est destinée à empêcher l'apparition de tensions dangereuses sur les parties accessibles des matériels électriques lors d'un défaut de l'isolation principale.

7 Protection contre les surintensités et le courant de défaut

7.1 Généralités

Chaque circuit doit être protégé contre les surcharges et les courts-circuits par un fusible ou un disjoncteur.

Les fusibles et les disjoncteurs utilisés doivent être choisis parmi ceux fabriqués conformément à la norme CEI appropriée.

Les circuits terminaux reliés à un coffret ou un tableau de distribution doivent être protégés par un disjoncteur ou un fusible, sauf spécification contraire. Ces circuits peuvent être commandés par des interrupteurs unipolaires lorsqu'ils sont alimentés à une tension ne dépassant pas la tension de sécurité ou par des interrupteurs multipolaires sauf dans les espaces secs à l'intérieur des logements.

Chaque fusible ou disjoncteur à la source d'un circuit doit être conçu pour protéger le conducteur de la section la plus faible du circuit protégé.

7.2 Caractéristiques des dispositifs de protection

Chaque dispositif de protection doit être choisi de manière à ce que

- a) son courant nominal ou le réglage de courant ne soit pas inférieur au courant d'emploi du circuit;
- b) son courant nominal ou le réglage de courant ne soit pas supérieur au courant limite admissible le plus faible de tout conducteur du circuit;
- c) le courant de surcharge causant le fonctionnement ne dépasse pas 1,45 fois le courant admissible dans le conducteur ayant la plus faible section du circuit;
- d) le pouvoir de fermeture et de coupure soit conforme au court-circuit présumé ou au courant de défaut à la terre au point auquel le dispositif est installé. Si le pouvoir de fermeture et de coupure est inférieur alors le dispositif de protection doit être aidé par un fusible ou un disjoncteur conforme à la CEI 60092-202 paragraphes 6.1.3 et 6.2.

7.3 Réseaux à courant continu

Un fusible ou un disjoncteur doit, au minimum, être installé dans le pôle positif de chaque circuit qui est alimenté par une batterie à 200 mm ou moins des bornes de la batterie. Si cela n'est pas possible dans la pratique, chaque conducteur provenant de la batterie doit être sous un revêtement protecteur, par exemple dans un conduit, un fourreau ou une goulotte sur toute sa longueur des bornes de batterie au fusible de protection du circuit ou au disjoncteur. Les exceptions suivantes existent:

- a) le câble d'alimentation principal entre la batterie et le moteur à démarrage à la main, s'il est sous gaine ou s'il protège contre l'abrasion et les contacts avec les surfaces conductrices.
- b) l'alimentation principale entre la batterie et le coffret ou le tableau de distribution ou le bloc fusible si elle est sous gaine et si elle protège contre l'abrasion et les contacts avec les surfaces conductrices.

NOTE Lorsque les conducteurs venant des batteries ne sont pas protégés contre les courts-circuits et les surcharges, il convient qu'ils soient installés de manière à résister aux courts-circuits et aux défauts à la terre en utilisant

- a) un câble unipolaire sans gaine métallique, armure, tresse/écran
- b) un câble unipolaire isolé monté sur des supports fabriqués en matériau isolant. Il convient de réaliser des pénétrations dans le matériau non isolé;
- c) des conducteurs non isolés montés sur des isolateurs et avec des pénétrations isolées;
- d) des câbles unipolaires non isolés dans des conduits isolés avec un câble dans chaque conduit.

7.4 Réseau à courant alternatif

7.4.1 Dispositifs de protection

Des dispositifs de protection doivent être choisis conformément à la CEI 60898-1. Les circuits doivent être conçus pour assurer la coordination entre les dispositifs de protection en série.

Les dispositifs de protection contre les surintensités et les courants de défaut ne doivent pas couper les conducteurs de protection.

Dans les circuits triphasés avec des charges substantiellement équilibrées, la protection contre le courant de défaut peut être limitée à une seule phase du circuit protégé. Lorsque des fusibles sont utilisés pour protéger les circuits de moteurs triphasés, on doit tenir compte de la protection contre le fonctionnement en monophasé.

7.4.2 Circuits terminaux

Les circuits terminaux issus du tableau principal de distribution ou de protection et les circuits de commande des machines autres que les circuits de démarrage et d'allumage doivent être protégés contre les surcharges et les courts-circuits par un dispositif de protection sur chaque pôle de phase. Les dispositifs de protection contre les surintensités doivent avoir une valeur assignée de court-circuit égale à ou excédant le courant calculé de court-circuit au point où le dispositif est installé.

7.5 Génératrices

7.5.1 Petites génératrices dans les réseaux à courant continu

Les conducteurs positifs des circuits de sortie des alternateurs à auto-limitation et des chargeurs de batterie ne dépassant pas 2 kW ne nécessitent pas de fusibles ou de disjoncteurs.

7.5.2 Utilisation des fusibles

Les fusibles ne doivent pas être utilisés associés à un sectionneur ou un contacteur pour assurer une protection contre les surcharges et les courts-circuits des génératrices de plus de 50 kW en courant continu ou 50 kVA en courant alternatif.

Le fonctionnement du contacteur en connexion avec un fusible doit être à court retard, avec un maximum de 500 ms maximum.

7.5.3 Disjoncteur de génératrice

Une génératrice de plus de 50 kW en courant continu ou de 50 kVA en courant alternatif doit être équipée d'un disjoncteur à sa sortie muni de ce qui suit:

- a) une protection thermique contre les surcharges (par exemple 15 s);
- b) une protection contre les courts-circuits (par exemple, 500 ms);
- c) une protection retardée contre les baisses de tension (par exemple 500 ms).

Les génératrices fonctionnant en parallèle doivent être pourvues d'une protection contre le retour de puissance. Le fonctionnement du disjoncteur d'une génératrice doit être retardé (par exemple 5 à 15 s).

7.6 Transformateurs

Chaque transformateur doit être protégé par un dispositif individuel contre les surcharges et les courts-circuits côté primaire, de caractéristique inférieure à 125 % du courant primaire assigné du transformateur. Il doit être vérifié dans la conception du réseau que les défauts du côté secondaire doivent entraîner le fonctionnement de la protection.

7.7 Protection du moteur

Les moteurs doivent être protégés contre les surcharges et les courts-circuits. Si cela est nécessaire, les protections suivantes peuvent être ajoutées:

- a) rotor bloqué;
- b) perte ou sérieux déséquilibre des phases;
- c) image thermique;
- d) sous-tension.

8 Facteur de simultanéité

8.1 Circuits autres que les circuits terminaux

Les circuits alimentant deux circuits terminaux ou plus doivent posséder des caractéristiques assignées pour la charge totale et, si cela est justifiable, être corrigés par un facteur de simultanéité conforme aux paragraphes 8.2 et 8.4.

Si des circuits en attente sont placés dans une partie du tableau de distribution, il est permis d'ajouter une charge supplémentaire à la charge totale connectée avant d'appliquer un facteur de simultanéité quelconque. Cela doit être calculé en se fondant sur le fait que chaque circuit supplémentaire nécessite au moins la puissance moyenne sur chacun des circuits actifs assignés correspondants.

8.2 Application des facteurs de simultanéité

Un facteur de simultanéité peut être appliqué lors du calcul des sections des conducteurs et lors de l'établissement des valeurs assignées des appareillages, si les conditions d'une partie particulière de l'installation sont connues ou peuvent être raisonnablement anticipées.

8.3 Circuits terminaux

Les câbles des circuits terminaux doivent être assignés pour la charge connectée.

8.4 Circuits de puissance des moteurs

Le facteur de simultanéité doit être déterminé selon les circonstances. La pleine charge normale doit être déterminée en fonction des caractéristiques assignées des plaques signalétiques conformément aux exigences pour la température de l'air ambiant du paragraphe 4.2.

9 Câbles

9.1 Sélection des câbles

9.1.1 Câbles pour les réseaux à courant continu

Les câbles pour les réseaux continus doivent être conformes à la CEI 60092-350.

9.1.2 Câbles pour les réseaux à courant alternatif

La tension assignée minimale des câbles pour réseaux à courant alternatif est la suivante:

- a) 1 000 V pour les réseaux 120/230 V,
- b) 1 000 V pour les réseaux triphasés 440 V.

Les câbles doivent être conformes à la CEI 60092-350 et ils doivent être installés conformément à la CEI 60092-401.

9.1.3 Conducteurs

Les conducteurs utilisés dans les câbles installés dans le navire doivent être conformes à la CEI 60092-350. Dans les navires en aluminium, les conducteurs doivent être conformes au moins à la classe 2 en amont des transformateurs pour éviter le fonctionnement comme électrode de terre.

9.1.4 Revêtements de protection

9.1.4.1 Conditions d'environnement

Les câbles situés sur les ponts exposés aux intempéries, dans des espaces humides ou en contact avec de l'eau (par exemple salles d'eau), dans des locaux réfrigérés, dans des locaux machines et, de manière générale, partout où l'on peut être en présence de condensation et de vapeurs dangereuses (y compris les vapeurs d'huile), doivent avoir un revêtement étanche.

NOTE Les câbles en polychlorure de vinyle (PVC), polyéthylène à sulfate de chlorure (CSP) et polychloroprène (PCP) sont considérés comme étanches dans ce contexte mais non appropriés à une immersion permanente dans des liquides. Toutefois, il convient que de telles gaines soient évitées lorsqu'elles sont susceptibles d'entrer en contact/de réagir chimiquement avec des matériaux isolants thermiques en mousse de polyuréthane.

9.1.4.2 Résistance mécanique

Lors du choix des revêtements de protection, il y a lieu de porter une attention particulière à la résistance mécanique nécessaire pour résister à la manutention pendant l'installation et aux conditions de travail pendant le service. Si la protection mécanique du revêtement du câble est considérée comme insuffisante, le câble doit être disposé dans des conduits, des fourreaux ou des goulottes ou protégé mécaniquement par un autre moyen.

9.1.4.3 Propriété retardatrice de flamme

Tous les câbles doivent être conformes au minimum à la CEI 60332-1 en ce qui concerne la limitation de la propagation des flammes. Lorsque des câbles sont installés en faisceaux et ont une section inférieure ou égale à 50 mm² il convient qu'ils satisfassent aux exigences de la CEI 60332-3-22.

9.2 Détermination des sections des conducteurs

9.2.1 Exigence générale

Le courant dans chaque câble avec ses facteurs de correction ne doit pas être inférieur à son courant admissible le plus élevé. Il doit être calculé en tenant compte des facteurs de correction applicables en fonctionnement permanent. Le courant le plus élevé doit être calculé à partir des appels de charge et des facteurs de simultanéité des circuits, machines etc., alimentés par le câble.

9.2.2 Réseaux à courant continu

Lorsque l'alimentation en courant continu est assurée par des batteries, la chute de tension en tout point de l'installation ne doit pas dépasser 10 % de la tension nominale. Pour les circuits des équipements de navigation, de communication, le démarrage des guindeaux et des moteurs, les sections doivent être déterminées pour réduire la chute de tension au minimum spécifié par le fabricant des équipements.

NOTE La section du ou des conducteur(s) à courant continu entre la génératrice et les batteries est essentielle pour un taux de charge satisfaisant des batteries. Il convient qu'une chute de tension pour ce conducteur soit inférieure ou égale à 1 % de la tension assignée de charge.