



IEC 60092-507

Edition 3.0 2014-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 60092-507

Edition 3.0 2014-11

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

XB

ICS 47.020.60

ISBN 978-2-8322-1933-1

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

CONTENTS

FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
1 Scope	10
1.1 General	10
1.2 Electrical systems	10
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	13
3.1 General terms	13
3.2 Terms and definitions related to DC systems of distribution	14
3.3 Terms and definitions related to AC systems of distribution	14
3.4 Terms and definitions related to protection	15
3.5 Terms and definitions related to equipment	16
3.6 Terms and definitions related to batteries	18
3.7 Terms and definitions related to galvanic isolation from shore supplies	19
4 General requirements	19
4.1 Ratings	19
4.2 Ambient air and cooling water temperature	19
4.3 Inclination of vessel	20
4.4 Voltage and frequency variations	20
4.4.1 General	20
4.4.2 DC systems	20
4.4.3 AC systems	21
4.5 Electrical power sources	21
4.5.1 General	21
4.5.2 DC systems supplied from batteries	22
4.5.3 DC generator	22
4.5.4 AC systems	23
4.5.5 AC generator	23
4.5.6 Measuring instruments	24
4.5.7 Emergency source of electrical power	24
4.6 Equipment	25
4.6.1 Transformers	25
4.6.2 Converters	25
4.6.3 Motors	25
4.7 Electrical equipment and enclosures	25
4.7.1 General requirements	25
4.7.2 General degree of protection of equipment and enclosures	25
4.7.3 Protection from dripping water	26
4.7.4 Cable entry	26
4.7.5 Identification	26
4.7.6 Segregation of DC and AC systems	27
4.7.7 Electromagnetic compatibility	27
4.7.8 Busbars	27
4.7.9 Switches and controls	27
4.7.10 Final circuits	27
4.8 Plugs and socket-outlets	28

4.8.1	AC system	28
4.8.2	DC systems	28
4.8.3	Installation in special locations	28
4.9	Battery installation	28
4.9.1	General arrangements	28
4.9.2	Isolation of battery banks	28
4.9.3	Operational switching of battery banks	29
4.9.4	Permanently energised circuits	29
4.9.5	Ventilation	29
4.10	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres	30
4.11	Battery chargers	30
4.11.1	Protection against overcharging and reversal of charging current	30
4.11.2	Wind generator and photovoltaic devices	31
4.12	Electric propulsion systems	31
4.12.1	General	31
4.12.2	Component parts of electric propulsion systems suitable for small vessels	31
4.12.3	Operator controls, instruments, system and trip alarms	33
4.13	Electrical fittings and cables attached to structures of another metal	34
4.14	Internal communication circuits	34
4.15	Navigation lights supply	34
4.16	Luminaires	34
4.17	Electrical heating and cooking appliances	35
4.18	Magnetic compasses	35
5	Distribution systems	35
5.1	DC distribution systems	35
5.2	Standard AC distribution systems	35
5.2.1	Types of AC distribution system	35
5.2.2	Earthing the neutral conductor in type TN AC systems	35
5.2.3	Earthing of non-current-carrying parts	36
5.2.4	Protective conductor in AC systems	36
5.3	Earth bonding conductors	36
5.4	Balance of loads in three-phase AC systems	36
5.5	Shore connection arrangements	37
5.5.1	General	37
5.5.2	Vessel connections	37
5.5.3	Information and connection instructions	37
5.5.4	Galvanic isolation provided by an isolation transformer	37
5.5.5	Galvanic isolation provided by a diode type galvanic isolator	38
6	Protection against electric shock in AC and DC systems with voltage exceeding safety voltage	39
6.1	Protection against direct contact	39
6.2	Automatic disconnection of supply to final circuit or equipment	39
6.3	Earthed neutral AC system (TN system)	39
6.4	Non-neutral earthed AC system (IT-type system)	39
6.5	Use of class II equipment	40
7	Protection against over-current and fault-current in AC and DC systems	40
7.1	General	40
7.2	Characteristics of protective devices	40

7.3	DC battery source	40
7.3.1	Overcurrent protection of main circuit from batteries	40
7.3.2	Batteries without output overcurrent protection	41
7.4	AC system	41
7.4.1	Protective devices	41
7.4.2	Final circuits	41
7.5	Generators	42
7.5.1	Small generators in DC systems	42
7.5.2	Use of fuses	42
7.5.3	Generator circuit-breaker	42
7.6	Transformers	42
7.7	Motor protection	42
7.8	Electronic power converters	42
8	Diversity (demand) factor	42
8.1	Circuits other than final circuits	42
8.2	Application of diversity (demand) factors	43
8.3	Final circuits	43
8.4	Motor power circuits	43
9	Cables	43
9.1	Selection of cables	43
9.1.1	Cables for DC systems	43
9.1.2	Cables for AC systems	43
9.1.3	Conductors	43
9.1.4	Protective coverings	43
9.2	Determination of the cross-sectional areas of conductors	44
9.2.1	General requirement	44
9.2.2	DC system	44
9.2.3	AC system	44
9.2.4	Protective conductor in AC systems	44
9.2.5	Current ratings for continuous service (AC and DC)	45
9.2.6	Correction factors for different ambient air temperatures	46
9.2.7	Correction factors for cable bunching	47
9.2.8	Correction factors for non-continuous service	47
9.2.9	Parallel connection of cables	47
10	Cable installation, conductor terminations and identification	48
10.1	Cable routes	48
10.2	Cable support and protection	48
10.3	Segregation of circuits	48
10.4	DC and AC cabling segregation	49
10.5	Instrument, control, navigation aids, data, and communications cables	49
10.6	Conductor terminations	50
10.7	Conductor identification	50
10.7.1	General	50
10.7.2	Bonding conductors	51
10.7.3	Conductor insulation colours in DC systems	51
11	Earthing	51
11.1	Earthing arrangements on small vessels with non-metallic hull	51
11.2	Earthing arrangements on small vessels with metallic hull	51

11.3	Earthing plate for the main earth connection in a small vessel with non-metallic hull	51
11.4	Insulation from earth of control systems for internal combustion engine on metallic hulled vessels	51
11.5	Earthing of electrical equipment enclosures	52
12	Lightning protection	52
12.1	Lightning protection conductors	52
12.2	Installation	52
12.3	Earthing of lightning conductors	52
13	Testing	52
13.1	General.....	52
13.2	Earthing	53
13.3	Insulation resistance	53
13.3.1	General	53
13.3.2	Switchboards, panel boards and distribution boards	53
13.3.3	Lighting and power circuits	53
13.3.4	Generators and motors	53
13.3.5	Transformers	53
13.4	Switchgear and controlgear.....	54
13.5	Voltage drop	54
13.6	Internal communication circuits	54
13.7	Lighting, heating and galley equipment	54
14	Vessels over 24 m in length up to 50 m/500 GT	54
14.1	General.....	54
14.2	Essential services	54
14.3	Capacity of the batteries	54
14.4	Segregation of supplies for essential circuits	55
14.5	SOLAS battery charger protection.....	55
14.6	Protection against over current and fault current – safety equipment	55
14.7	Earth faults in essential circuits.....	55
14.7.1	Earthed neutral systems (TN-type systems).....	55
14.7.2	Non-earthed system (IT-type system)	55
14.8	Navigation light supply	55
14.9	Radio and navigation equipment	55
14.10	Navigation, control, instrumentation and communication systems	56
14.11	Electric and electrohydraulic steering gear.....	56
Annex A	(informative) Shore-side power supply arrangements	57
A.1	Connection to a shore power supply	57
A.1.1	General	57
A.1.2	Instructions included in a vessel owner's manual (ISO 10240)	57
A.1.3	Information and instructions for connecting an electrical shore supply to a vessel	57
A.2	Examples of general arrangements for an electrical supply to a vessel	58
A.2.1	Direct connection to a single phase mains supply	58
A.2.2	Direct connection to a single phase mains supply with an isolating transformer on the vessel	59
A.2.3	Direct connection to a three phase mains supply	59
A.2.4	Direct connection to a three phase mains supply with an isolating transformer on the vessel	60

A.2.5	Connection to a single phase supply through a shore-mounted isolating transformer	61
A.2.6	Direct connection to a single phase mains supply with a diode type galvanic isolator in the PE circuit to shore.	61
A.2.7	Direct connection to a three phase mains supply with a diode type galvanic isolator in the PE circuit to shore.	62
Annex B (informative)	Diode type galvanic isolator	63
B.1	General.....	63
B.2	Testing	64
Annex ZZ (informative)	Relationship between this standard and the essential requirements of EU directive 94/25/EC as amended by directive 2003/44/EC	65
Bibliography		66
Figure 1	– Diagram showing the use of shore power supply accessories.....	18
Figure A.1	– Direct connection to a single phase mains supply	59
Figure A.2	– Direct connection to a single phase mains supply with an isolating transformer on the vessel	59
Figure A.3	– Direct connection to a three phase mains supply	60
Figure A.4	– Direct connection to a three phase mains supply with an isolating transformer on the vessel	60
Figure A.5	– Connection to a single phase supply through a shore-mounted isolating transformer	61
Figure A.6	– Direct connection to a single phase mains supply with a diode type galvanic isolator in the protective earth circuit to shore	62
Figure A.7	– Direct connection to a three phase mains supply with a diode type galvanic isolator in the protective earth circuit to shore	62
Table 1	– Design parameters – Temperature	20
Table 2	– Angular deviation and motion	20
Table 3	– AC voltages and frequencies for vessel's service systems of supply.....	21
Table 4	– Required technical data for owner's manual	22
Table 5	– Degree of protection in accordance with IEC 60529.....	26
Table 6	– Minimum clearances and creepage distances for bare busbars	27
Table 7	– Reference currents for calculation of minimum ventilation	30
Table 8	– Table of main component parts of an electric propulsion system and associated clauses and sections in this standard	32
Table 9	– Recommended maximum breaking times for protective devices.....	41
Table 10	– Values of α used in the calculation of current ratings.....	45
Table 11	– Recommended current ratings for single core cables in continuous service (ambient temperature 45 °C).....	46
Table 12	– Correction factors for various ambient air temperatures.....	47
Table 13	– Correction factors for half-hour and one-hour service	47
Table ZZ.1	– Correspondence between this standard and directive 94/25/EC as amended by directive 2003/44/EC.....	65

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60092-507 has been prepared by IEC technical committee 18: Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2008 and constitutes a technical revision.

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

- a) The standard now clarifies its application for electrical installations in those recreational craft which require to conform to the Recreational Craft Directive.
- b) The standard specifies requirements for methods of galvanic isolation for small vessels and recreational craft connecting to a low voltage AC shore supply.
- c) The standard includes design guidance for electric propulsion systems suitable for small vessels and associated installation requirements.

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

FDIS	Report on voting
18/1426/FDIS	18/1443/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 stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

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.

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –

Part 507: Small vessels

1 Scope

1.1 General

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 tonnage not exceeding 500 Gross Tonnes (GT), designed for use on inland waters or at sea. It is not intended to apply to:

- a) small craft equipped only with a battery supplying circuits for engine starting and navigation lighting recharged from an inboard or outboard engine driven alternator.
- b) recreational craft of less than 24 m hull length requiring to conform to the Recreational Craft Directive 94/25/EC Annex 1 Essential Requirements Part 5.3 Electrical systems, except for three-phase alternating current installations in such recreational craft which operate at a nominal voltage not exceeding AC 500 V.

1.2 Electrical systems

This standard applies to the types of DC and AC electrical systems described below, individually or in combination.

- a) Direct current system which operates at a nominal voltage not exceeding DC 50 V. For many small vessels, this will be the main electrical system supported by batteries for engine starting, navigation lights, navigational aids and communications equipment, lighting and other DC power consumer or converter equipment.
- b) Single-phase alternating current system which operates at a nominal voltage not exceeding AC 250 V. 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 AC system. A vessel may also be equipped with DC system(s) for equipment supplied from batteries as in 1.2 a) above.
- c) Three-phase alternating current system which operates at a nominal voltage not exceeding AC 500 V. 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 AC circuits(s) similar to 1.2 b) above and DC system(s) for equipment supplied from batteries as in 1.2 a) above.

NOTE 1 Concerning recreational craft of less than 24 m hull length referenced in 1.1 b) above, the following standards apply:

- for direct current installations which operate at a nominal voltage not exceeding DC 50 V: ISO 10133;
- for single-phase alternating current installations which operate at a nominal voltage not exceeding AC 250 V single phase: ISO 13297.

NOTE 2 For alternating current systems having voltages exceeding AC 250 V single-phase or AC 500 V three-phase, for direct current systems exceeding DC 50 V, and for vessels larger than 500 GT or with a length greater than 50 m, other standards within the IEC 60092 series apply.

NOTE 3 Attention is drawn to regulations which govern specific requirements for navigation lights for small vessels.

NOTE 4 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. For high speed crafts, attention is drawn to the International code of safety for high-speed craft (HSC Code).

2 Normative references

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

IEC 60034 (all parts), *Rotating electrical machines*

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

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

IEC 60092-202:1994, *Electrical installations in ships – Part 202: System design – Protection*
IEC 60092-202:1994/AMD 1:1996

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: General construction and test methods of power, control and instrumentation cables for shipboard and offshore applications*

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

IEC 60092-401:1980, *Electrical installations in ships – Part 401: Installation and test of completed installation*

IEC 60092-501:2013, *Electrical installations in ships – Part 501: Special features – Electric propulsion plant*

IEC 60146 (all parts), *Semiconductor convertors*

IEC 60245-4, *Rubber insulated cables-rated voltages up to and including 450/750 V – Part 4: Cords and flexible cables*

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

IEC 60445:2010, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors*

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

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

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*

IEC 60947-2, *Low voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61558 (all parts), *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V*

IEC 61558-2-4:2009, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-4: Particular requirements and tests for isolating transformers and power supply units incorporating isolating transformers*

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, Consolidated edition 2009

IMO 904E, *Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, International Maritime Organization (COLREG)*

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 terms

3.1.1 safety voltage

<AC> a voltage which does not exceed AC 50 V 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 winding

Note 1 to entry: 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 to entry: 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.

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.19]

3.1.2 safety voltage

<DC> a voltage which does not exceed DC 50 V between conductors, or between any conductor and earth, in a circuit which is isolated from higher voltage circuits

Note 1 to entry: 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 to entry: 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.

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.19]

3.1.3 nominal voltage

U

AC r.m.s. voltage between lines or DC voltage between poles

3.1.4 rated voltage

U_0

<TN systems> nominal AC r.m.s. line voltage to earth

<IT systems> nominal AC r.m.s. voltage between line conductor and neutral conductor or mid-point conductor, as appropriate

<DC systems> nominal DC voltage to earth

3.1.5 live part

conductor or conductive part intended to be energised in normal operation including a neutral conductor, but by convention not a PEN conductor (a conductor combining the functions of both a protective conductor and a neutral conductor)

Note 1 to entry: This term does not necessarily imply risk of electric shock.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-19, modified as follows: The text “or a PEM conductor or PEL conductor” has been deleted. The text in brackets has been added]

3.1.6**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

EXAMPLE Special services

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.4]

3.1.7**earthed****grounded (US)**

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 to entry: 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.

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.9]

3.2 Terms and definitions related to DC systems of distribution**3.2.1****two-wire DC system**

DC system comprising two conductors only, between which the load is connected

[SOURCE: IEC 60092-201:1994, 2.2.1]

3.3 Terms and definitions related to AC systems of distribution**3.3.1****single-phase two-wire AC system**

single-phase AC system comprising two conductors only, between which the load is connected

[SOURCE: IEC 60092-201:1994, 2.3.1]

3.3.2**single-phase three-wire AC system**

single-phase AC 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

[SOURCE: IEC 60092-201:1994, 2.3.2]

3.3.3**three-phase three-wire system**

system comprising three conductors connected to a three-phase supply

[SOURCE: IEC 60092-201:1994, 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

[SOURCE: IEC 60092-201:1994, 2.3.4]

3.4 Terms and definitions related to protection

3.4.1

final circuit

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

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.17, modified – The words “overcurrent protective device of a board” have been replaced with “overcurrent protection device for that circuit”]

3.4.2

overcurrent protection device

device provided to interrupt an electric circuit in case the conductor current in the electric circuit exceeds a predetermined value for a specified duration

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-14-14]

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

Note 1 to entry. The fuse comprises all the parts that form the complete device

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-18-01]

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

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-20, modified – The word "circuit" has been deleted from "specified abnormal circuit conditions".]

3.4.5

RCD

residual differential current device

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

protective conductor

PE (identification)

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 1 to entry: 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.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-09, modified – The words “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” as well as the note to entry have been added.]

3.4.7**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.

EXAMPLE Bulkhead and cables in a radio-receiving room

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.7, modified – The last sentence in the source has been converted to an example]

3.4.8**neutral conductor**

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

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-06]

3.4.9**sheath****jacket, US**

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

[SOURCE: IEC 60050-461: 2008, 461-05-03, modified – The note in the source has been deleted]

3.5 Terms and definitions related to equipment**3.5.1****accessible**

object or device that can be inadvertently touched or approached nearer than a safe distance by any person

Note 1 to entry. This term applies to objects not suitably guarded or insulated

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.5, modified – The last sentence of the source has been made a note.]

3.5.2**captive-spade terminal**

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

3.5.3**certified safe type equipment**

electrical equipment of a type for which a national or other appropriate authority has carried out the type verifications and tests necessary to certify the safety of the equipment with regard to explosion hazard when used in an explosive gas atmosphere

[SOURCE: IEC 60092-502:1999, 3.1]

3.5.4**shore socket-outlet**

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

Note 1 to entry: A socket-outlet may also be incorporated in the output circuit of an isolating transformer.

Note 2 to entry: See Figure 1.

[SOURCE: IEC 62613-1:2011, 3.2, modified – The word “shore” has been added in the term. The words “shore side” have been added to the definition.]

3.5.5

plug

part intended to be attached directly to one flexible cable

Note 1 to entry: See Figure 1.

[SOURCE: IEC 62613-1:2011, 3.3]

3.5.6

ship coupler

means enabling the connection at will of a flexible cable to the small vessel

Note 1 to entry: It consists of two parts: a ship connector and a ship inlet.

Note 2 to entry: See Figure 1.

[SOURCE: IEC 62613-1:2011, 3.4]

3.5.7

ship connector

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

Note 1 to entry: See Figure 1.

[SOURCE: IEC 62613-1:2011, 3.5]

3.5.8

ship inlet

the part incorporated in, or fixed to, the ship and intended to receive the ship connector

Note 1 to entry: See Figure 1.

[SOURCE: IEC 62613-1:2011, 3.6 modified – Addition of the words “and intended to receive the ship connector”]

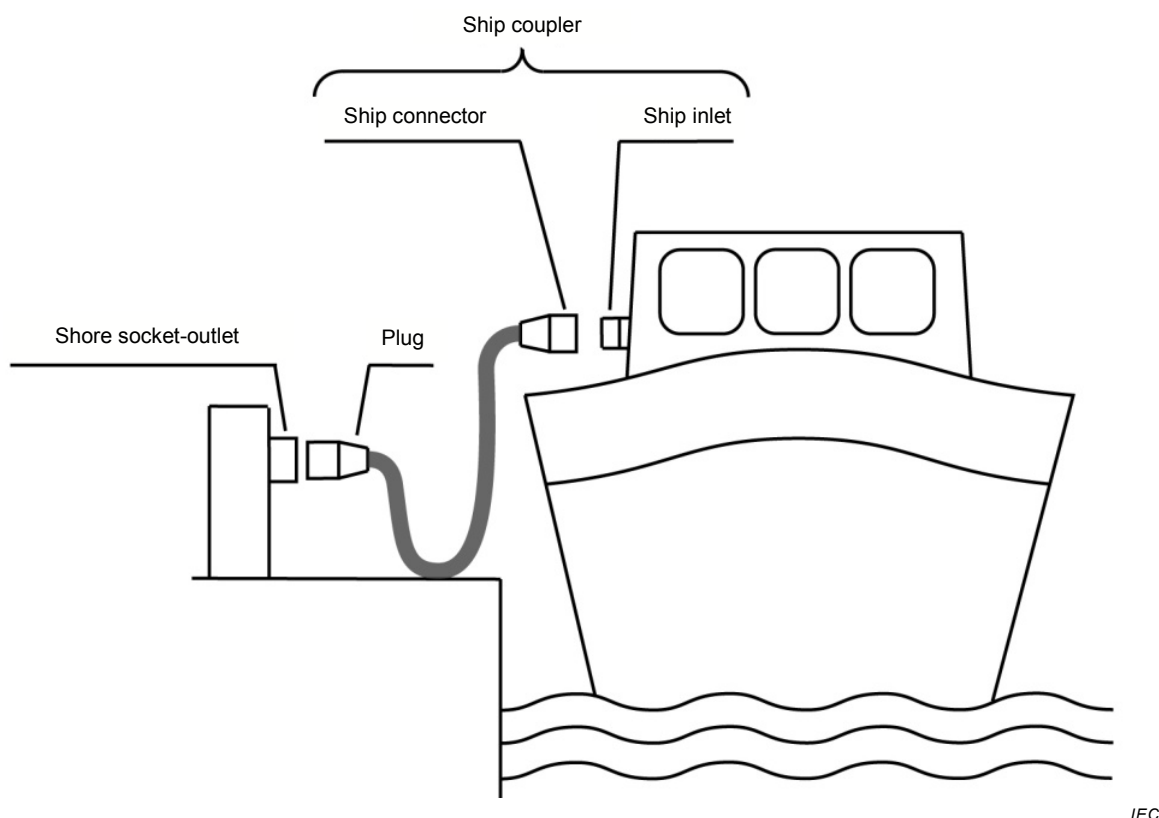


Figure 1 – Diagram showing the use of shore power supply accessories

3.5.9

transformer

energy converter with isolating separation between the input and output windings and the protective conductor

3.5.10

generator

device which creates DC or AC (alternator) power for distribution to the electrical system on board a vessel

Note 1 to entry: 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, water impellor or propeller shaft, or fuel cell.

3.6 Terms and definitions related to batteries

3.6.1

vented cell

secondary cell having a cover provided with an opening through which products of electrolysis and evaporation are allowed to escape freely from the cell to the atmosphere

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-14]

3.6.2

sealed cell

cell which remains closed and does not release either gas or liquid when operated within the limits specified by the manufacturer

Note 1 to entry: A sealed cell may be equipped with a safety device to prevent a dangerously high internal pressure and is designed to operate during its life in its original sealed state. Some 6 V and 12 V batteries using sealed cells are also marketed as "low maintenance".

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-17, modified – Addition of a new last sentence at the end of the note to entry]

3.6.3

VRLA

valve regulated lead acid battery

secondary battery in which cells are closed but have a valve which allows the escape of gas if the internal pressure exceeds a predetermined value

Note 1 to entry: The cell or battery cannot normally receive additions to the electrolyte.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-15]

3.7 Terms and definitions related to galvanic isolation from shore supplies

3.7.1

galvanic isolation

means of reducing risks of galvanic corrosion to a metallic hull and/or immersed metallic components of a vessel when connected to a shore supply by seeking to prevent small DC currents created by electrochemical phenomena circulating through the protective conductor to the shore earth (and any adjacent metal structures/components/other vessels also bonded to the shore earth) and then through the water to the hull and/or immersed metal components of the vessel

3.7.2

isolation transformer

<galvanic isolation> device fitted between the ship inlet on board a vessel and the vessel's LV AC distribution system for the purposes of galvanic isolation such that there is no connection between the vessel's protective earth terminal and the protective conductor in the ship coupler

3.7.3

diode type galvanic isolator

<galvanic isolation> electronic device consisting of a suitable rated diode bridge circuit which may be inserted into the protective conductor circuit in a ship inlet such that small DC galvanic currents in the protective conductor of the ship coupler are blocked from circulating between vessel and shore earth but AC fault current is allowed to flow unimpeded to operate the shore protective equipment in the event of a fault on board a vessel when connected to a shore supply

Note 1 to entry: For further explanation and technical details see Annex B.

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 60092-101:1994).

Table 1 – Design parameters – Temperature

Type of equipment	Value °C
High air temperature	
Cables	45
Generators and motors	50
Control and instrumentation	55
Certified safe equipment	45
Low air temperature	
General	5
Open deck	-25
High water temperature	
Generators and motors	30

NOTE The values in the table are based on the requirements of IEC 60092-101:1994, except for the requirement to certified safe equipment, which is based on the requirements of IEC 60092-502:1999.

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 60092-101:1994).

For sailing vessels only, the design shall include for heel angles of up to 45° on either tack.

Table 2 – Angular deviation and motion

Static condition	Angular deviation about fore-and-aft axis (list)	
	General conditions ^{a b}	± 15°
	Emergency conditions	± 22° 30'
	Angular deviation about athwart ship axis (trim)	
	Emergency conditions ^a	± 10°
Dynamic condition	Rotation about fore-and-aft axis (rolling) ^c	± 22° 30'
	Rotation about athwart ship 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

4.4.1 General

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

4.4.2 DC systems

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

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

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

4.4.3 AC systems

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

- a) frequency: ± 5 %;
- b) voltage: $\begin{matrix} + 6 \\ - 10 \end{matrix}$ %;
- c) single harmonic distortion: < 3 %;
- d) 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 Three-phase 400/440	Single-phase/Three-phase 50 or 60	Single-phase 250 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 shall be insulated from earth	120/230	50 or 60	250

4.5 Electrical power sources

4.5.1 General

A small vessel's electric power may be supplied by generator(s) and/or main battery banks having sufficient capacity to supply the essential services. For each source data given in Table 4 below shall be specified and recorded in the owner's manual.

Table 4 – Required technical data for owner's manual

	Generator	Battery
The rated voltage U_0 or U (V)	X	X
The rated frequency (Hz)	X	-
The rated power (VA)	X	-
The design current I_b (A)	X	X
The maximum prospective short circuit current	X	X
The capacity (Ah) and the type of battery installed in the battery bank(s). e.g. Lead-acid, NiCd, etc.	-	X
The time constant of battery(s), dates of maintenance cycles	-	X
Requirements for installation and ventilation	-	X

For each three-phase AC generator the following data shall be provided by the manufacturer and recorded in the owner's manual to assist in short circuit calculations:

- Sub-transient reactance ($X''d$);
- Transient reactance ($X'd$);
- Synchronous reactance (Xd);
- Sub-transient time constant ($T''d$);
- Transient time constant ($T'd$);
- Time constant (Ta).

The main source of power shall consist of at least two generator sets each of which being provided with an independent starting battery or two battery banks with the associated DC generator(s) capable of charging the batteries and supporting the essential service load, or a combination of these sources of power.

4.5.2 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.

4.5.3 DC generator

For small vessels 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. Such 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 DC 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.

For separate combustion engine driven DC generators, excitation systems shall be supplied from the generator side and the generator shall be self-excited with an automatic voltage regulator. 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.

4.5.4 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 AC power from the vessel's DC system;
- c) on-board AC 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 AC 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.

4.5.5 AC generator

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

Where an AC 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. The steady and transient regulation conditions of the excitation system including the automatic regulator shall be in accordance with IEC 60092-301.

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.

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.

4.5.6 Measuring instruments

4.5.6.1 General

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.

4.5.6.2 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).

4.5.6.3 Instruments for DC generators

A DC 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.

4.5.6.4 Instruments for AC generators

An AC 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.

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

4.5.7 Emergency source of electrical power

Small vessels shall be provided with a self-contained emergency source of electrical power.

The emergency source of electrical power shall be capable of simultaneously supplying for the duration of 6 h, if their operation depends upon an electrical source, at least the following services where installed in a small vessel:

- a) emergency lighting;
- b) navigation lighting;
- c) radio and navigational equipment;
- d) internal signalling and communication equipment required in an emergency;
- e) fire detection and fire alarm system;

- f) Intermittent operation of the daylight signalling lamp, the ship's signal horn and all the internal signals required in an emergency.

The emergency source of electrical power and associated equipment shall be located above the uppermost continuous deck and shall be readily accessible from the open deck.

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.

Isolation transformers for general use shall comply with IEC 61558-2-4.

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

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

4.6.2 Converters

Semiconductor converters shall conform to IEC 60146.

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

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

4.6.3 Motors

The requirements of the IEC 60034 series and IEC 60092-301 shall apply.

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 IP2X. Depending on the location, electrical equipment shall, as a minimum, have the degree of protection shown in Table 5.

Table 5 – Degree of protection in accordance with IEC 60529

Example of location	Generators	Motors	Transformers	Switch-board and control-gear	Instruments	Switches	Luminaires	Accessories
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 at 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:

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

4.7.6 Segregation of DC and AC systems

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

4.7.7 Electromagnetic compatibility

Electrical and electronic equipment, radio and communications equipment of all commercial and recreational vessels shall conform to IEC 60533 and IEC 60945.

4.7.8 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 6.

Table 6 – 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 < 1 000	25	35

4.7.9 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.

4.7.10 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 overcurrent 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 owner's 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 DC systems shall be different from and not be interchangeable with those used in the AC 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 IP56 or to be enclosed in IP56 enclosures, as a minimum, when not in use. When the appropriate plug is connected the outlet shall maintain IP56.

Socket-outlets installed in areas subject to flooding or momentary submersion shall be in IP67 enclosures, as a minimum, also maintaining IP67 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.

Battery terminals and any exposed conductor terminations shall be protected against direct contact by persons or tools. Care shall be taken when performing inspection and maintenance work to prevent bodily contact with exposed live battery components and to avoid contact of uninsulated tools between battery terminals/exposed conductors and earth or between poles.

Switches and fuses or other electrical equipment shall not be placed in battery compartments or containers unless the electrical equipment is of certified safe type for the compartment concerned in accordance with IEC 60079.

4.9.2 Isolation of battery banks

Each battery bank shall be capable of being disconnected from the DC system circuits by a readily accessible manually operated isolation switch (on/off) immediately adjacent to the battery bank compartment. The isolation switch function may be combined with the service selection function described in 4.5.2. In fully insulated systems isolation switches shall be two

pole, and in negative earth systems isolation switches shall be single pole in the positive conductor circuit. In negative earth systems a separate isolation switch may be installed for the engine-cranking motor circuit(s).

A remote controlled isolator or remote control circuit breaker may be used as an isolation switch when fitted with a manual on/off mechanism and is installed in a readily accessible location immediately adjacent to the battery compartment.

The minimum interrupting capacity (I_{cn}) of an isolator or circuit breaker performing this function shall be the maximum short circuit current that a fully charged battery can deliver at the location at which the isolating switch or circuit breaker is installed. The minimum continuous current rating of an isolation switch or a circuit breaker used as an isolation switch shall be at least equal to the maximum current for the circuit(s) being supplied from the battery bank plus the intermittent load of any starter motor circuit connected to the battery bank through the isolation switch or circuit breaker.

If a remote controlled isolator, or a remote control contactor or a remote control circuit breaker without a manual operating facility is installed to operationally disconnect a battery bank, then a manually operated isolation switch shall also be provided between the remote control isolator, remote control contactor/fuse arrangement or remote control circuit breaker and the battery bank terminal(s).

4.9.3 Operational switching of battery banks

Operational switching (on/off) may be controlled by remote control contactor/fuse arrangements or remote control circuit breakers which shall be installed in the positive conductor from each battery bank for negative earth systems, and for fully insulated systems such operational switching devices shall be double pole installed in both positive and negative conductors from each battery bank. The continuous current rating of remote control contactor/fuse arrangements or remote control circuit breakers shall be the maximum design current for the circuit(s) being controlled from the battery bank. Operational switching devices shall have as a minimum interrupting capacity (I_{cn}) the design short circuit current at the location at which they are installed.

4.9.4 Permanently energised circuits

The following systems may be connected between the isolation switch or remote controlled device performing an isolation switch function and the battery bank terminal(s):

- a) electronic devices with protected memory and protective devices such as bilge-pumps and alarms, which shall be individually protected by a circuit-breaker or fuse as close as practical to the battery bank terminal(s);
- b) ventilation exhaust blower of engine/fuel-tank compartment which shall be protected by a fuse(s) or circuit-breaker as close as practical to the battery bank terminals;
- c) charging devices intended to be used when the vessel is unattended (for example, solar panels, wind generators) which shall be individually protected by a fuse(s) or circuit-breaker as close as practical to the battery bank terminal(s);
- d) for an electric propulsion system battery bank, a circuit maintaining a remote control switch coil or remote control contactor coil via a control switch at the steering/control position shall be individually protected by a fuse or circuit breaker as close as practical to the battery bank terminal(s).

4.9.5 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 closed compartment or container(s) reserved for batteries, a vent system or other means shall be provided to permit the discharge from the battery compartment or container of gasses released by battery during charge to the open air.

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 7.

Table 7 – Reference currents for calculation of minimum ventilation

Battery type	Vented lead-acid		Valve-regulated lead-acid (VRLA)		Vented NiCd	
Nominal charging voltage per cell, Volts per cell (VPC)	2,23	2,4	2,27	2,4	1,4	1,55
Current I at nominal charging voltage per cell per 100 Ah nominal capacity, Amperes (A)	0,5	2,0	0,1	0,8	0,5	5
Further reference shall 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.

Cable entries to battery compartments shall be gastight.

4.10 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.

It shall be noted that 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.

4.11 Battery chargers

4.11.1 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.

4.11.2 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.

4.12 Electric propulsion systems

4.12.1 General

Electric propulsion systems for small vessels are generally designed and constructed from a number of component parts many of which can be of proprietary origin and all of the electrical and control items are interconnected by cables and operated as a system.

It is essential that the propulsion system designer/installer shall be competent with all aspects of the equipment included in the design of a particular system such that the component parts of the propulsion system are integrated in a coherent and safe manner.

The rated power output of each electric propulsion system at the motor shaft shall be designed to match the propeller characteristics and the required rotational speed range.

The electric propulsion system may be electrically separate from other electrical systems on board a small vessel. Types of AC electrical system include four-wire with neutral earthed, but without hull return (TN-C), five-wire with neutral earthed, but without hull return (TN-S), and IT with particular requirements for earth leakage current monitoring, alarm and tripping systems. DC systems may be either earthed, or be fully insulated with particular requirements for insulation resistance monitoring, alarm and tripping systems. For DC propulsion systems operating at voltages greater than safety voltage a three wire system (e.g. DC +110 V/0/ -110 V) may be considered with or without the middle wire earthed.

For DC electric propulsion systems for small vessels with rated nominal voltages in excess of safety voltage the precautions against the risk of electric shock given in Clause 6 shall be observed.

DC electric propulsion systems may have large capacity battery bank(s) as the main power source and reference shall be made to 4.9 for:

- a) ventilation requirements necessary for battery bank compartments, and;
- b) requirements for an isolation switch for each propulsion battery bank, and;
- c) circuit protection requirements for permanently energised circuits supplied from a battery.

Particular attention shall be given to the electromagnetic compatibility (EMC) of the electric propulsion system including choice of cables for power and control, cable routes and installation methods to minimise interference with other electrical and electronic equipment on board a small vessel.

IEC 60092-501 shall be used to provide guidance for the design and installation of electric propulsion systems suitable for small vessels.

4.12.2 Component parts of electric propulsion systems suitable for small vessels.

Component parts may include:

- a) DC and AC generators which may be dedicated for propulsion purposes or be part of the overall small vessels electrical system of which the electrical propulsion circuit(s) is a part.
- b) battery banks (including charging arrangements, ventilation, management/monitoring, operational control and isolation).

- c) semiconductor converters (including DC motor controllers, AC inverters, AC variable frequency drives, and their enclosures).
- d) DC and AC propulsion motors (which may be de-rated depending on harmonic output currents from converter/variable frequency inverters).
- e) switchboards/control panels.
- f) transformers (including isolation transformers).
- g) harmonic filters.
- h) cables and cable support/enclosure systems.
- i) controls, monitoring, alarm and fault tripping equipment.

Many of the above component parts suitable for inclusion in an electric propulsion system for small vessels are addressed or referenced in this standard as indicated in the Table 8 below.

Table 8 – Table of main component parts of an electric propulsion system and associated clauses and sections in this standard

Component Part	Clause reference
General Requirements:-	
Ratings	4.1
Ambient temperatures	4.2
Inclination of vessel	4.3
Voltage ratings	4.4 and Table 3
Environment protection for electrical equipment	4.7.2 and Table 5, 4.7.3, 4.7.4.
Transformers	4.6.1, 7.6
Converters	4.6.2
Motors	4.6.3
Battery installation, isolation and ventilation requirements	4.9
Battery chargers	4.11
Shore power supply for recharging batteries	5.5
Generators	4.5.3, 4.5.5 and 7.5
Electromagnetic compatibility	4.7.7
Types of DC system:- Two wire fully insulated or two wire with negative earth	5.1
Types of AC system:- IT, TN-C, TN-S	5.2
Treatment of neutral conductor in TN AC system	5.2.2
Protection against electric shock, AC and DC systems with rated voltage greater than 50 V	6
Protection against over-current and fault-current, AC and DC	7
Cable selection/current ratings up to voltage rating 500 V	9
Cable installation and conductor termination and identification	10
Earthing and earth bonding	11

4.12.3 Operator controls, instruments, system and trip alarms

4.12.3.1 General

Each electric propulsion system for a small vessel shall be provided with controls, monitoring, and system and trip alarms at the steering/control position(s).

4.12.3.2 Controls

Propulsion control(s) shall include, as a minimum, the following controls and switches for each propulsion motor/propeller system:

- a) electric propulsion On/Off control for each propulsion system (E.g. start/stop propulsion generator, close/open propulsion battery circuit breaker or contactor, close/open propulsion system circuit breaker in main electrical system). Consideration shall be given to making the on/off control capable of being lockable in the “off” position;
- b) Ahead/Neutral/Astern control;
- c) propeller speed control;

The controls b) and c) may be combined into a common control device for each propulsion motor/propeller system.

It shall be noted that the propeller(s) may continue to rotate when a small vessel is under way when neutral is selected or an emergency stop/battery disconnect switch is operated, caused by inertia of the rotating equipment and/or movement of the small vessel through the water. Special precautions shall be taken in the case of permanently excited propulsion motors to prevent the generation of hazardous system voltages under these circumstances.

NOTE ISO 25197 provides general guidance on these systems and provides detailed type testing criteria for mechanical, environmental and EMC for such electrical /electronic steering, shift and throttle systems intended for use in small craft/recreational craft requiring to conform to essential requirements of EU Directive 94/25/EC as amended by Directive 2003/44/EC.

- d) propulsion system(s) fault trip reset.

A propulsion system fault trip reset shall only be allowed when the following conditions are satisfied:-

- No propulsion system trip is present (first warning alarms are allowable)
 - Ahead/Neutral/Astern control is set at Neutral position,
 - Propeller speed control set at minimum speed,
 - The “emergency stop” or “battery disconnect” control is not operated.
- e) “Emergency stop” pushbutton switch or equivalent device for each propulsion system. The “emergency stop” switch or equivalent device shall “lock-off” when operated and be capable of being manually reset at the steering/control position only. The emergency stop circuit shall be hard-wired to immediately power off the associated propulsion system when the “emergency stop” is operated.
 - f) A “Battery Disconnect” control switch shall be provided for each battery sourced propulsion system, the switch controlling a circuit breaker or a contactor installed in the output circuit from each propulsion battery bank. For battery sourced propulsion systems the “Battery Disconnect” control switch may be used instead of the “Emergency Stop” switch described in e) and in this case the control switch shall also be of the lock off/manually reset type as described in e). It shall be noted that a manually operated battery bank isolation facility shall also be provided adjacent and accessible to each battery bank.
 - g) In case of a propulsion control failure a manual emergency control mode shall be provided for a safe return.

4.12.3.3 Instruments and alarm indications

For small vessels under 24 m length the steering/control station shall be provided with the following instruments and alarm/trip indications for each electric propulsion system:

- a) Propeller speed,
- b) Approximate battery charge (0 % to 100 %) remaining (for each system powered from a battery power source),
- c) Power meter(s) up to rated power (0 % to 100 % or KW) or DC battery current(s) (A). Consideration shall be given to extending the range display of these instrument to indicate the safe maximum power or current allowed under temporary overload conditions,
- d) System alarms
E.g.:
 - high propulsion motor temperature,
 - high battery compartment temperature (for battery sourced electric propulsion systems),
 - low state of charge (for battery source systems),
 - low insulation resistance (IR) (for fully insulated DC systems),
 - single earth fault (for AC IT systems).
- e) Fault trip alarms.
E.g.:
 - propulsion motor system overload trip,
 - motor and /or converter high temperature trip,
 - very low IR trip (for fully insulated DC systems),
 - second earth fault trip (for AC IT systems).

Where a separate propulsion control panel is installed which provides for system alarm and trip indications a common system alarm and fault trip alarm indicator may be provided at the steering/control station.

For small vessels 24 m to 50 m length reference shall be made to Annex A of IEC 60092-501:2013 regarding protection and alarms which may be more applicable to small vessel electric propulsion systems of these length criteria.

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 Internal communication circuits

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

4.15 Navigation lights supply

All sea-going vessels of every type are required to comply with the IMO COLREG requirements International Regulations for Preventing of Collisions at Sea 1972 (COLREG). 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.

4.16 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 suitable robust construction. The construction and installation of luminaires should be appropriate to their location and environment.

4.17 Electrical heating and cooking appliances

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

4.18 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 DC distribution systems shall be:

- a) either fully insulated two wire DC system, or
- b) a two-wire DC system with negative earth.

5.2 Standard AC distribution systems

5.2.1 Types of AC distribution system

The systems shall be either, or a combination of:

- a) single-phase systems or final circuits
 - single-phase two-wire insulated;
 - single-phase two-wire with neutral earthed;
 - single-phase two-wire with mid-point earthed for lighting and socket-outlets;
 - single-phase three-wire with mid-point earthed, but without hull return;
- b) three-phase systems
 - three-wire insulated three-phase (IT);
 - four-wire with neutral earthed (TN-C type) but without hull return;
 - five-wire with neutral earthed (TN-S) but without hull return.

5.2.2 Earthing the neutral conductor in type TN AC systems

The neutral conductor of an AC system shall be grounded (earthed) only at the source of power, for example, at the on-board 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

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. (See also Clause 11).

For AC systems 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 earth bonding (TT and IT systems) in which non-current-carrying parts can be connected directly to the hull of the vessel. A vessel with a non-metallic hull requires to be provided with protective conductors (which may be separate from the neutral conductor (TN-S) or not separate from the neutral conductor (TN-C)).

Exposed non-current-carrying conductive parts of electrical machines or equipment shall be earthed unless the machine or equipment is:

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

5.2.4 Protective conductor in AC systems

The AC 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 a final connection from the main earth terminal to the external main earthing plate (see 11.3) of the vessel. On larger installations, a main earth conductor bus 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 Earth bonding conductors

In DC and AC 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 earth bonding conductors.

Every earth bonding 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.

An earth bonding conductor may be insulated and the colour of the insulation for DC and AC 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 AC 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 an AC supply from shore, it shall:

- a) either have a permanently attached flexible cable equipped with a plug compatible with the shore socket-outlet, or use;
- b) a detachable cable equipped as follows:
 - at the shore end, with a plug compatible with the shore socket-outlet,
 - at the ship end, with a ship connector compatible with the ship inlet.

See Figure 1.

The vessel's AC neutral shall be arranged to be earthed only at the shore supply when the shore supply is switched to supply the vessel's AC system i.e. the vessel's AC neutral shall be disconnected from the vessel's earth when shore power is connected unless the vessel is fitted with an isolating transformer (see 5.5.4).

Means shall be provided for checking the polarity or the phase sequence (for three-phase AC) 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. Clause 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 when interchangeability is required to connect to the shore 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 ship connector conforming to IEC 60309-1, or IEC 60309-2, to connect to a ship inlet on board the vessel.

For vessels which are fitted with AC 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.

5.5.3 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 AC 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.

5.5.4 Galvanic isolation provided by an isolation transformer

An isolation transformer may be fitted between the shore inlet and the electrical distribution system on board a pleasure craft or small vessel to provide a means of galvanic isolation. Such an installation incorporating an isolation transformer shall conform to the following provisions:

- a) Be generally designed, constructed and installed in accordance with the IEC 61558 series. In particular an isolation transformer used for the purpose of galvanic isolation shall conform to IEC 61558-2-4:2009. Subclause 19.1.1 of IEC 61558-2-4:2009 for class 1 transformers not intended to be connected to the mains supply by a plug, specifies that the insulation between the input windings and the body connected to earth (i.e. the shore supply earth by means of the protective conductor in the shore supply cable) shall consist of at least basic insulation rated for the input voltage. The insulation between the output windings and the body connected to earth is specified as consisting of at least basic insulation (rated for the output voltage).

Where there are isolation transformers with intermediate conductive parts (e.g. the iron core) not connected to the body and located between the input and output windings then 19.1.1 of IEC 61558-2-4:2009 applies which specifies that the insulation between the input and output windings consists of double or reinforced insulation (rated for the working voltage). Sub clauses 19.1.2 and 19.1.3 of IEC 61558-2-4:2009 provide acceptable alternatives where the body is not connected to the shore supply earth via the protective conductor of the shore supply cable.

- b) An RCD with a rated residual operating current $I_{\Delta n}$ not exceeding 30 mA and an operating time not exceeding 40 ms at a residual operating current of $5 I_{\Delta n}$ shall be fitted to each circuit for socket outlets energized by the output windings of the isolation transformer or an overall RCD of the same type shall be fitted as recommended in 6.2.
- c) The impedance of the isolating transformer shall be taken into account when establishing the required earth fault loop impedances in the small vessel's LV AC electrical installation when connected to a shore supply.

5.5.5 Galvanic isolation provided by a diode type galvanic isolator

A diode type galvanic isolator may be fitted in the protective conductor circuit between the protective earth terminal of a small vessel and the protective conductor terminal of the ship inlet on board a small vessel.

Where fitted a diode type galvanic isolator shall conform to each of the following provisions:

- a) Be designed and installed such that there shall be no significant adverse effect on earth fault loop impedance caused by the fitting of a diode type galvanic isolator in the protective conductor circuit between the small vessel and the shore supply, and that the correct operation of the OCB (Overcurrent Breaker) and RCD included in the shore supply arrangements conforming to IEC 60364-7-709 shall not be impeded when a fault-to-earth occurs in an LV AC electrical installation of a small vessel. Diode type galvanic isolators shall also conform to type tests or approvals according to the relevant national rules or standards for small vessels connecting to an LV AC shore supply in those jurisdictions;
- b) The maximum potential difference across the galvanic isolator in the protective earth circuit shall not exceed 1,5 V r.m.s. for a fault-to-earth in the LV AC electrical installation of a small vessel;
- c) A diode type galvanic isolator shall be capable of conducting an energy let-through (I^2t) of the OCB incorporated in the shore supply without detriment. If the galvanic isolator device is subject to energy let-through or an induced energy surge in excess of this, the diodes shall either melt to a low residual resistance state of less than 0,1 Ω or shall be able to withstand the maximum I^2t allowed by the permitted limiting temperature of the circuit protective conductor circuit including the shore supply cable;
- d) A diode type galvanic isolator shall be able to conduct 1,5 times the rated circuit current without detriment indefinitely (nominally 24 A r.m.s. for a 16 A rated single phase supply, and 48 A r.m.s. for a 32 A single phase or three phase supply). The maximum temperature of any enclosure/casing at rated current shall not exceed 80 °C for metallic or 90 °C for non-metallic, at an ambient temperature of 35 °C;
- e) A diode type galvanic isolator shall have a degree of protection of IP55 if to be installed without any other means of protection in a machinery space or IP20 if to be installed in a suitable enclosure in a machinery space or in a closed navigation or accommodation space.

- f) In case of failure of the galvanic isolator the continuity of the protective conductor shall be maintained.

6 Protection against electric shock in AC and DC systems with voltage exceeding safety voltage

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 or be completely covered by basic insulation which can only be removed by destruction.

Horizontal top surfaces of barriers or enclosures which are readily accessible shall be provided with a degree of protection of at least IPXXD or IP4X.

All exposed non-current-carrying conductive parts shall be connected to earth either via the protective conductor (AC) 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.

For AC systems 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 AC electrical installations powered intermittently from a shore supply, a single RCD protecting the whole of the vessel's AC system shall be fitted or those circuits supplying socket outlets shall be provided with a RCD. 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 AC system (TN system)

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).

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 and,
- 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 AC 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 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 AC 50 V shall not persist for a time sufficient to cause a risk of harmful physiological effect in a person.

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 and,
- 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 61140 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 in AC and DC systems

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 conductor with the smallest cross section in the circuit being protected.

7.2 Characteristics of protective devices

The operating characteristics of a device protecting a cable against overload shall satisfy the two following conditions:

Each protective device, for AC or DC installations, shall be selected in such a way that:

- a) its rated current or current setting (I_n) is not less than the design current (I_b) of the circuit;
- b) its rated current or current setting (I_n) does not exceed the lowest of the current-carrying capacities (I_z) of any of the conductors in the circuit;
- c) the current (I_2) causing effective operation does not exceed 1,45 times the lowest current-carrying capacity (I_z) of any of the conductors of the circuit;
- d) the breaking and making capacity shall be in accordance with at least the maximum prospective short-circuit or earth-fault current at the point at which the device is installed. However if the short-circuit breaking or making capacity of the device is less than the maximum prospective short-circuit or earth fault current, it shall be backed up by a fuse or circuit-breaker in accordance with IEC 60092-202:1994/AMD 1:1996, 6.1.3 and 6.2.

For adjustable protective devices, the rated current (I_n) shall be the current setting selected.

7.3 DC battery source

7.3.1 Overcurrent protection of main circuit from batteries

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 along the cable length from 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.

However the requirement for a battery isolator switch shall be noted (see 4.9.2). If a circuit-breaker is fitted which is provided with manual lock-off facilities then this device may be used as a means of isolation.

7.3.2 Batteries without output overcurrent protection

When conductors from batteries are not protected against short-circuit and overload, they shall 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 uninsulated 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 60947-2 or 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. The maximum breaking time shall be in accordance with Table 9.

Table 9 – Recommended maximum breaking times for protective devices

Rated Voltage	50 V < U_0/U ≤ 90 V		90 V < U_0/U ≤ 230 V		230 V < U_0/U ≤ 400 V		U_0/U > 400 V	
AC or DC system	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
Breaking time:-TN or IT or TT systems or DC systems	0,8 s	5 s	0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
Breaking time:- TT system (when connected to a shore supply)	0,3 s		0,2 s		0,07 s		0,04s	

7.5 Generators

7.5.1 Small generators in DC 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 DC 50 kW or AC 50 kVA

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 DC 50 kW or AC 50 kVA 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.

7.8 Electronic power converters

Circuits energized by electronic power converters (AC/DC, DC/AC, DC/DC), shall be protected against overload current unless the power converter is fitted with an internal overload protection.

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 switchgear, 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 Table 1.

9 Cables

9.1 Selection of cables

9.1.1 Cables for DC systems

Cables for DC systems shall comply with IEC 60092-350.

9.1.2 Cables for AC systems

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

- a) 1 000 V for 120 V/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.

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 DC 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.

The cross-section of the DC 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 AC 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.

The values for voltage drop 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 AC systems

9.2.4.1 Multi-core cables

For a protective conductor incorporated in a 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 mm², subject to a minimum of 1,5 mm²;
- b) a cross-section of not less than 50 % of the cross-section of the main conductors if the latter is more than 16 mm², subject to a minimum of 16 mm².

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 mm²;
- 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 mm², subject to a minimum of 16 mm².

9.2.5 Current ratings for continuous service (AC and DC)

The current ratings recommended for single-core cables in continuous service, for various insulating materials, are given in Table 11. These current ratings apply to all normal sheathing materials and to both armoured and un-armoured cables.

The current ratings, I , in amperes, have been calculated for each nominal cross-sectional area S in mm² 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:

Table 10 – Values of α used in the calculation of current ratings

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

All the values shown in Table 11 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 11 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 11 – 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	-

9.2.6 Correction factors for different ambient air temperatures

The ambient temperature of 45 °C, on which the current ratings in Table 11 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 11 should be reduced using the correction factors given in Table 12.

Table 12 – 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 11 (and those derived there from) may be used without further correction when up to six cables are bunched together.

However, a correction factor of 0,85 shall be applied if there are up to six cables bunched together on cable trays, in cable conduits, ducting pipes or trunking, and these cables are both:

- a) expected to operate simultaneously at their full rated capacity, and
- c) are laid close together in such a way that there is an absence of free air circulation around them.

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 11 may be increased using the relevant rating correction factor given in Table 13.

Table 13 – 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 For precautions when using single-core AC cables see IEC 60092-401:1980, Clause 45.

10 Cable installation, conductor terminations and identification

10.1 Cable routes

Cables shall be installed so as to be protected from foreseeable risks and damage in accordance with IEC 60092-401.

Cable routes 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.

Cables shall be routed away from exhaust pipes and other heat sources which can damage the protective covering or insulation. The minimum clearance of cable from engine heat sources is 50 mm from water-cooled exhaust components and 250 mm from dry exhaust components.

Cables 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. Cable connections shall be consistent with the degree of protection given in Table 5. However, if cables must be routed in the bilge area, the cables, containment and connections shall conform to IP 67 in accordance with IEC 60529 as a minimum, and there shall be no connection made 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.

10.2 Cable support and protection

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

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

For mechanical strength each single core cable of length longer than 300 mm installed separately shall have a conductor cross-section of at least 1 mm².

Sheathed single core cables from battery terminals to the battery isolation switch shall be supported at maximum intervals of 300 mm, with the first support being not more than 1 m along the cable length from the battery terminals.

With the exception of flexible cables for portable appliances and cables 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.

10.3 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.

10.4 DC and AC cabling segregation

A DC circuit shall not follow the same route as an AC circuit, unless one of the following methods of separation is used.

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

10.5 Instrument, control, navigation aids, data, and communications cables

Cables for instrument, control, navigation aids, data and communication shall be selected from those recommended by the equipment manufacturer, and shall be routed such that any electromagnetic coupling or interference with other electrical, instrument, control, navigation aids, and data and communications circuits is minimized such that the systems operate satisfactorily under all designed operational conditions.

Terminal boards on control equipment contained within enclosures, and connections arrangements at transducers, instruments and sensors, electronic modules and electrical and electronic equipment shall be arranged so that there is sufficient space available to enable cables to be satisfactorily connected at each end, preferably with each conductor on its own terminal. All terminals shall be clearly identified.

Unless otherwise specified by the particular equipment manufacturer, multicore cable screens, individual pair screens, and co-axial cable screens etc., shall be connected to an instrument earth arrangement (terminal, terminal box or busbar) at the receiving end only of each circuit (e.g. at a control station or instrument panel) which shall be connected to the main system earth, or communications equipment earth where fitted as appropriate.

Where individual power circuits to control equipment, electronic modules, navigation aids remote transducers and sensors, and communications equipment are required to be fused or otherwise protected against fault/overcurrent, each fuse/protective device shall be clearly identified with fuse type and current rating, and shall be readily accessible preferably at a dedicated instrument circuit breaker panel or fuse board.

Cables shall be routed and secured as described in 10.1 and 10.2 above.

10.6 Conductor terminations

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

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.

Except for connections within the enclosures of electronic equipment solder shall not be the sole means of mechanical connection and soldering fluxes containing acid or other corrosive substances shall not be used.

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.

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

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

Connections for cables and busbars shall be protected against loosening due to vibration. The means of fixing of conductors and terminals shall be capable of withstanding the thermal and dynamic effects of short-circuits.

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 number of cables terminated at the same cable socket or clamp shall not exceed the maximum number recommended by the accessory manufacturer.

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

10.7 Conductor identification

10.7.1 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 60445:2010 identifies conductor insulation colours of an AC system as:

- a) line conductors: black or brown or grey;
- b) neutral conductors: light blue;
- c) protective conductors: green and yellow.

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

Vessels with both AC and DC systems shall avoid the use of a brown, white or light-blue insulation colour in the DC system.

10.7.2 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.

10.7.3 Conductor insulation colours in DC systems

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

All DC 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 DC positive conductors is permitted if properly identified on the wiring diagram of the electrical system(s) of the vessel.

11 Earthing

11.1 Earthing arrangements on small vessels with non-metallic hull

A main earth connection (terminal or bar) shall be installed to which protective conductors (AC, DC) and earth bonding system shall be connected (TN-C and TN-S systems). The main earth connection shall also be used to connect to a shore supply protective conductor circuit (if an isolation transformer is not installed on board the small vessel).

Earthing of radio, radar and communications equipment and circuits shall, where possible, be separate from the main earth to minimize possible interference.

11.2 Earthing arrangements on small vessels with metallic hull

Small vessels with metallic hull may use the hull as the earth to which equipment earths may be bonded. (TT and IT systems). An earth terminal shall be provided to which the shore supply protective conductor circuit shall be connected if an isolation transformer is not installed on board the small vessel.

11.3 Earthing plate for the main earth connection in a small vessel with non-metallic hull

The main earth connection shall be connected to an earthing plate.

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.

For safety reasons the earthing plate of the main electrical earth and the earthing plate of any lightning conductor shall be electrically bonded together.

11.4 Insulation from earth of control systems for internal combustion engine on metallic hulled vessels

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

11.5 Earthing of electrical equipment enclosures

Metallic enclosures for electrical and electronic equipment shall be connected to the small vessel's main earth connection via protective conductors, or bonded 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.

12 Lightning protection

12.1 Lightning protection conductors

Lightning protection 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.

12.2 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.

12.3 Earthing of lightning conductors

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. For safety reasons the earthing plate of the main electrical earth and the earthing plate of any lightning conductor shall be electrically bonded together.

13 Testing

13.1 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.

13.2 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 .

13.3 Insulation resistance

13.3.1 General

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.

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

13.3.2 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.

13.3.3 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.

13.3.4 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.

13.3.5 Transformers

The insulation resistance of transformers shall be measured at operating temperature. 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.

13.4 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.

13.5 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.

13.6 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.

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

13.7 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.

14 Vessels over 24 m in length up to 50 m/500 GT

14.1 General

For vessels over 24 m up to 50 m/500 GT, the following requirements are applicable in addition to those described in the previous clauses.

14.2 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.

14.3 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.

14.4 Segregation of supplies for essential 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.

14.5 SOLAS 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.

14.6 Protection against over current and fault current – safety equipment

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.

14.7 Earth faults in essential circuits

14.7.1 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.

14.7.2 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.

14.8 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.

National administrations may require conformity to IMO MSC resolution 253(83).

14.9 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.

For some types of vessels a third power source may be required by a National administration (see SOLAS Chapter IV for radio equipment).

14.10 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.

14.11 Electric and electrohydraulic steering gear

Means for indicating that the motors of electric and electrohydraulic 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 electrohydraulic 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.

Annex A (informative)

Shore-side power supply arrangements

A.1 Connection to a shore power supply

A.1.1 General

In marinas and similar locations, 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 AC 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.

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) Disconnect shore-power connections when the system is not in use.
- 4) The connecting flexible cable shall be in one length, without signs of damage and shall not contain joints or other means to increase its length. The plugs at both ends shall be clean and dry.
- 5) The entry of moisture and salt into the vessel's ship inlet may cause a hazard. Examine carefully and clean the socket-inlet before connecting the supply.
- 6) 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 provides 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

- 1) 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.

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.

- 2) Measures shall be taken to prevent the connecting flexible cable or the connectors from falling into the water during connection or disconnection.

Only the connecting flexible cable from the vessel should be connected to any shore supply socket-outlet.

Only one vessel should be connected to one socket-outlet.

The connecting cable should be undamaged and in one length, without joints and the connectors should be in good condition.

Moisture, dust and salt in the vessels ship inlet may constitute a serious hazard. Examine the vessel's ship inlet: clean and dry it, if necessary, before plugging in the connecting flexible cable from the marina shore supply.

It is dangerous for unskilled persons to attempt repairs or alterations. If any difficulty arises, consult the marina operator.

On arrival

After mooring, switch off all current-using equipment on the vessel.

Examine the flexible cable and its connectors to ensure that it is undamaged and in good condition.

Connect the flexible cable first at the ship inlet of the vessel and then to the shore supply socket-outlet.

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

Switch off all current-using equipment on the vessel.

Disconnect the flexible cable from the socket-outlet on the shore and then from the ship-inlet on the vessel.

Replace the cover on the ship 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 an electrical supply to a vessel

A.2.1 Direct connection to a single phase mains supply

For direct connections between the mains and the ship's net, as shown in Figure A.1, there is a risk of electrolytic corrosion resulting from circulating galvanic currents in the protective conductor to shore.

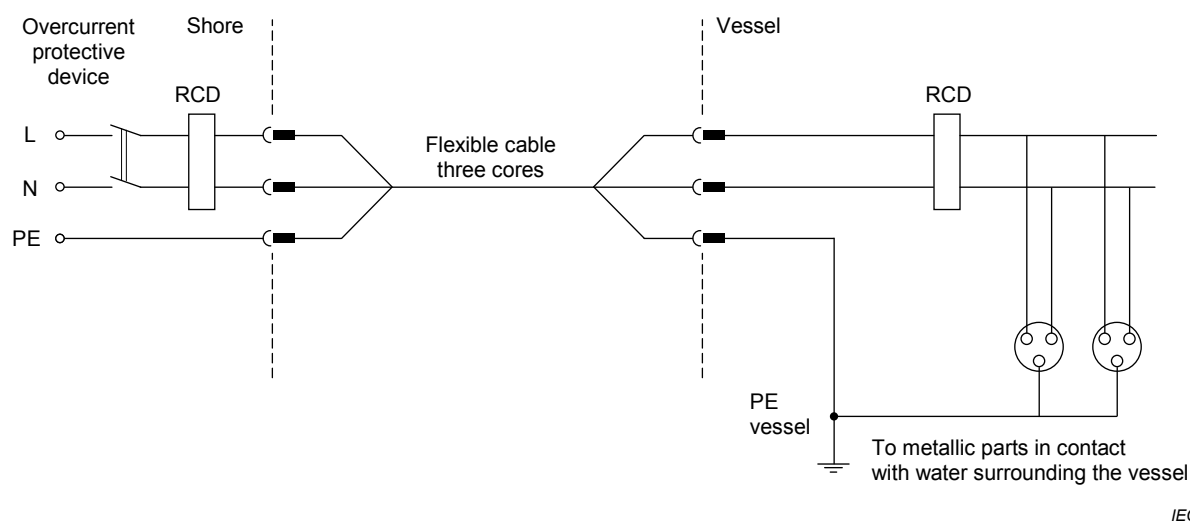


Figure A.1 – Direct connection to a single phase mains supply

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

To minimise galvanic currents circulating between the hull of the vessel and metallic parts on the shore side, no connection shall be made between the PE (Protective Earth) of the vessel and the PE of the shore supply. See Figure A.2.

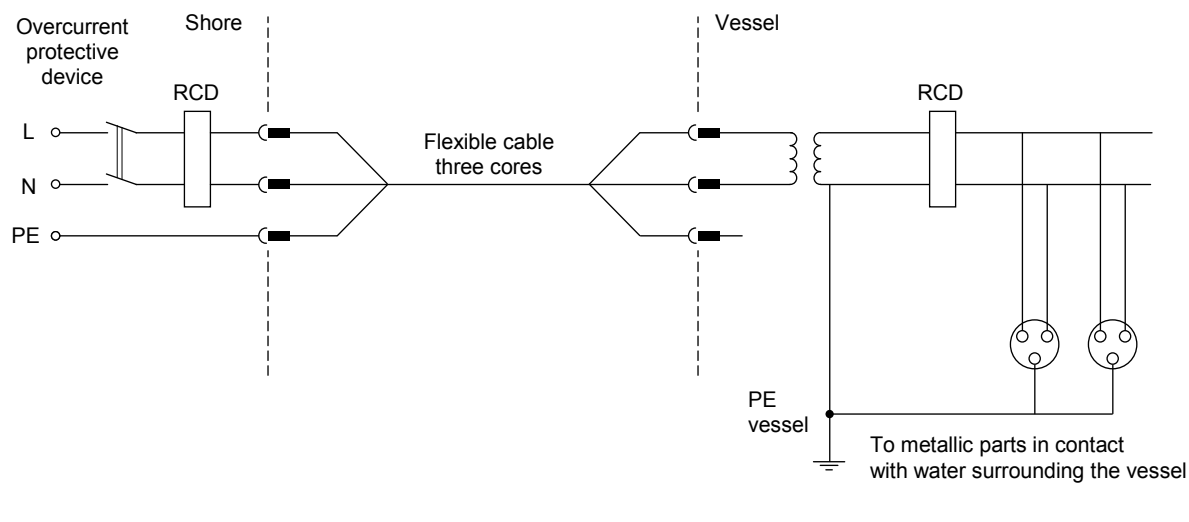
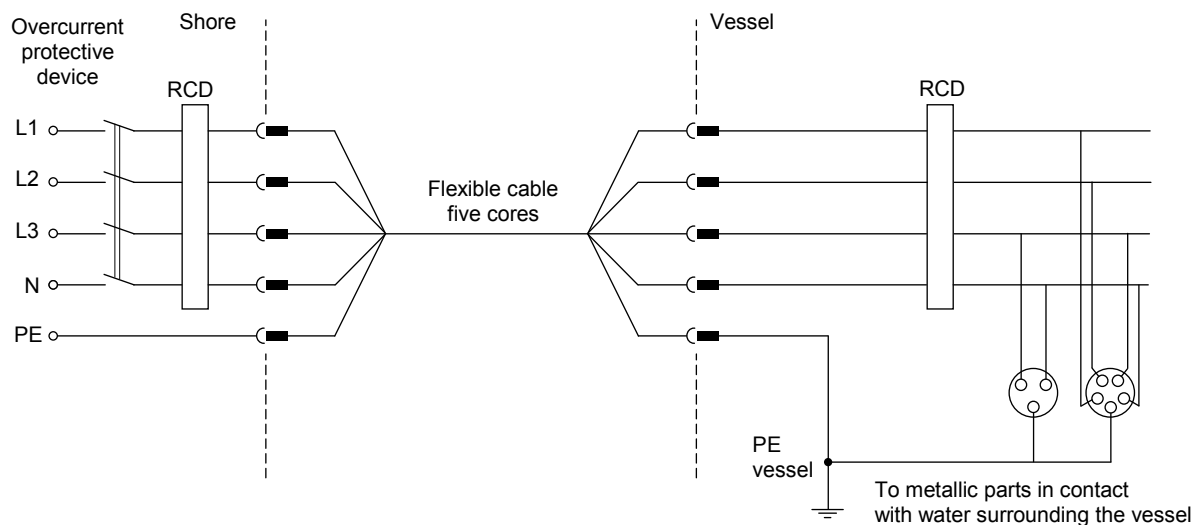


Figure A.2 – Direct connection to a single phase mains supply with an isolating transformer on the vessel

A.2.3 Direct connection to a three phase mains supply

With a connection as shown in Figure A.3 there is a risk of electrolytic corrosion resulting from circulating galvanic currents in the protective conductor to shore.

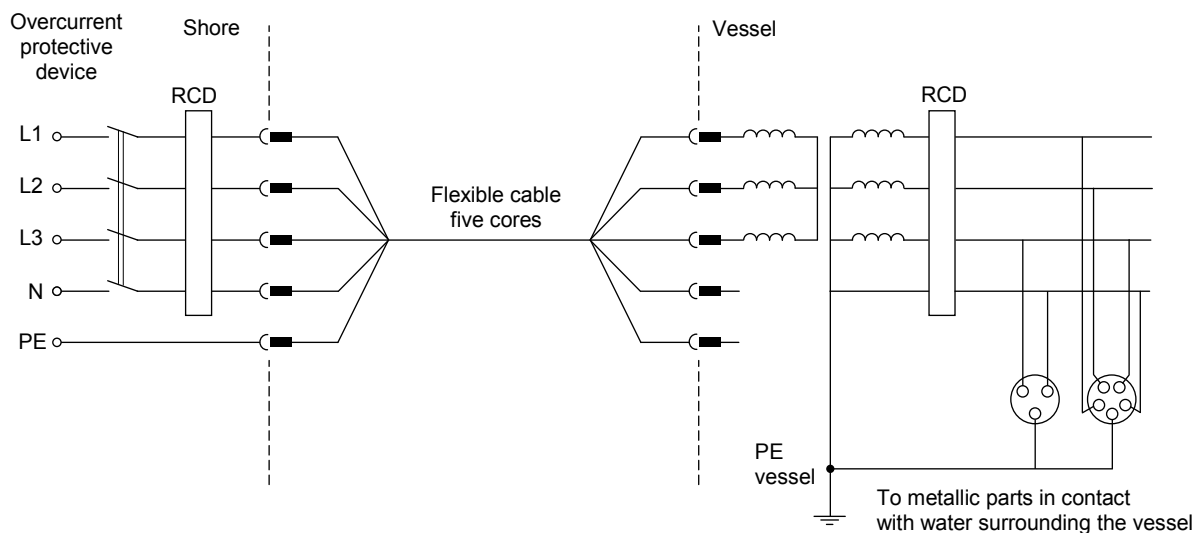


IEC

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

No connection shall be made between the PE of the vessel and the PE of the shore supply. This is to minimise galvanic currents circulating between the hull of the vessel and metallic parts on the shore side, see Figure A.4.



IEC

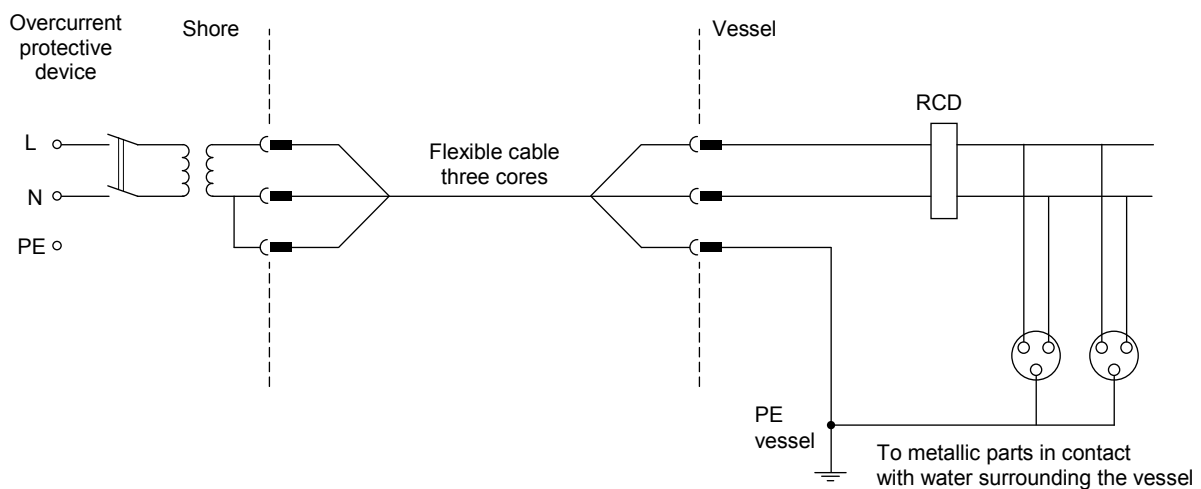
Figure A.4 – Direct connection to a three phase mains supply with an isolating transformer on the vessel

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

No connection shall be made between the PE conductor from the vessel to the secondary winding of the shore mounted isolation transformer and the PE of the shore supply. This is to minimise galvanic currents circulating between the hull of the vessel and metallic parts on the shore side, see Figure A.5.

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

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



IEC

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

A.2.6 Direct connection to a single phase mains supply with a diode type galvanic isolator in the PE circuit to shore.

A direct connection to a single phase mains supply with a diode type galvanic isolator in the PE circuit to shore is shown in Figure A.6.

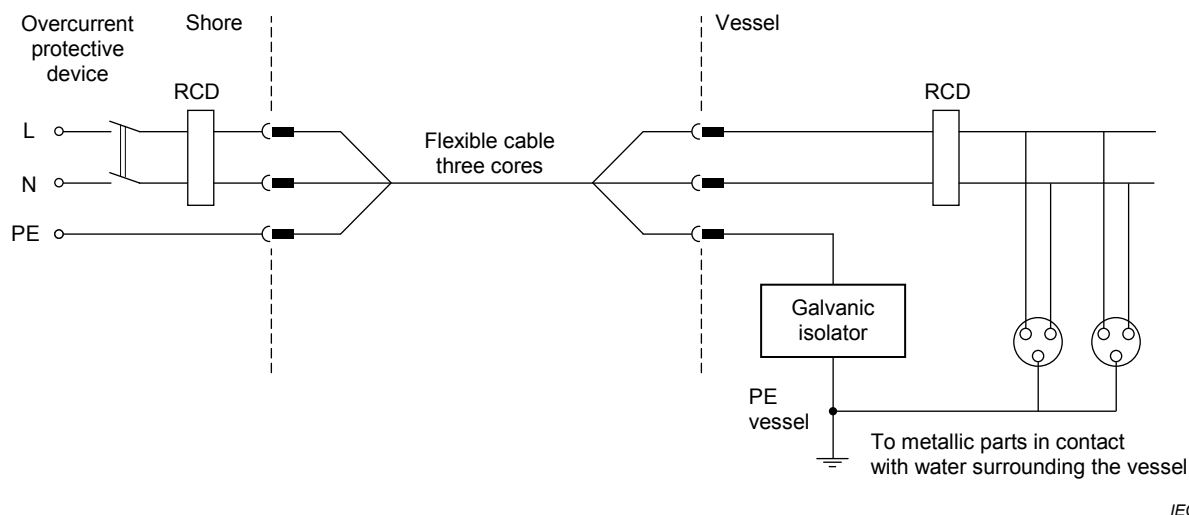


Figure A.6 – Direct connection to a single phase mains supply with a diode type galvanic isolator in the protective earth circuit to shore

A.2.7 Direct connection to a three phase mains supply with a diode type galvanic isolator in the PE circuit to shore.

A direct connection to a three phase mains supply with a diode type galvanic isolator in the PE circuit to shore is shown in Figure A.7.

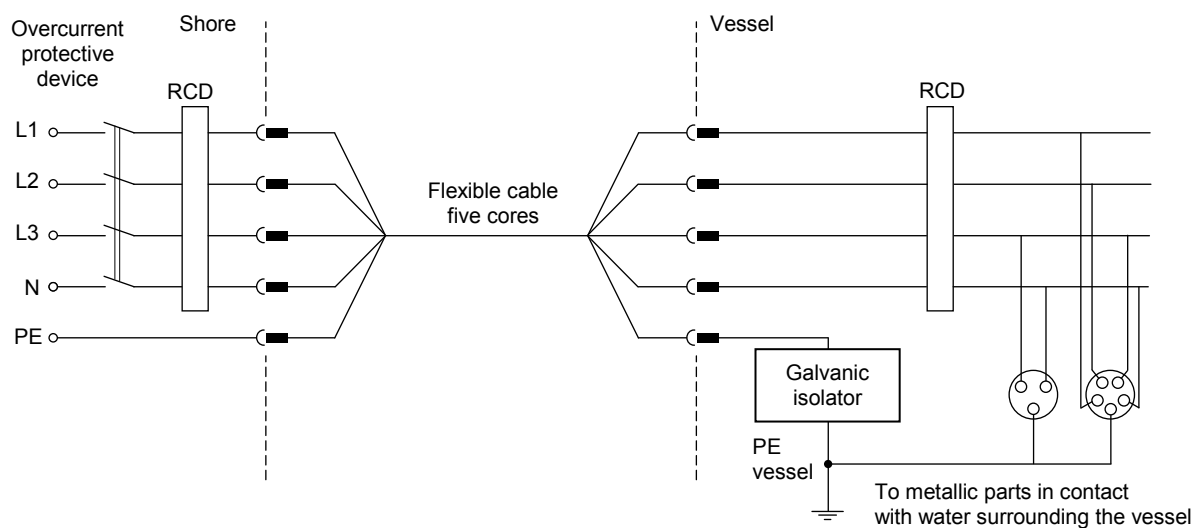


Figure A.7 – Direct connection to a three phase mains supply with a diode type galvanic isolator in the protective earth circuit to shore

Annex B (informative)

Diode type galvanic isolator

B.1 General

If a vessel's protective earth is connected to the shore supply earth through the protective conductor of the shore-supply cable, small DC galvanic currents may circulate, created by a potential difference between metallic components of the vessel (e.g. metallic hull, propulsion and steering equipment, metallic hull fittings etc.) and metallic structures and equipment shore-side that are bonded to the shore supply earth.

Other adjacent vessels may also have their metallic components connected to the shore supply earth through their shore supply flexible cables, which may contribute further small galvanic currents circulating in protective earth circuits and through the water and immersed components and equipment on adjacent vessels.

Such galvanic currents can cause electrochemical corrosion and damage to immersed metal hulls, components and equipment and/or increase the depletion rate of sacrificial anodes fitted to a vessel to protect immersed components and equipment.

Two basic methods are commonly employed to avoid circulating galvanic currents potentially flowing in the protective earth conductor of the shore supply cable. These methods are:

- use of an isolating transformer on board a vessel, or
- use of a diode-type galvanic isolator inserted into the protective earth circuit between the vessel and the shore supply. Such diode type galvanic isolator devices shall provide a low impedance to any AC fault current in the protective conductor such that operation of the circuit breaker and RCD in the LV AC shore supply arrangements is ensured in the event of a fault on-board a vessel connected to a LV AC shore supply. The diodes in a diode type galvanic isolator shall be either capable of withstanding the maximum energy let through from an LV AC shore supply or shall fail-safe to a low resistance when subjected to a large earth fault current flowing in the protective conductor circuit.

No International standards exist for diode type galvanic isolators to be fitted in the protective conductor circuit between the protective earth terminal of a vessel and the protective conductor terminal of the ship inlet on board a vessel. Some information can be found in ISO 13297 dealing with fault current withstand test of diode type galvanic isolators abstracted from ABYC A-28.

British Standard BS 7671:2008 + A1: 2011 (which is a HD incorporating IEC 60364-7-709) refers to EN 60092-507:2000 to which a UK National Annex is published by BSI/IET and which contains the following additional requirements to 5.5.5 of this standard.

For design purposes, the Over Current Breaker (OCB) incorporated in the shore supply should be considered to be a Miniature Circuit Breaker (MCB) Type B Class 3 at a typical Prospective Short Circuit Current (PSCC) (I_{cn}) of 6 kA, to BS EN 60898-1:2003.

For design purposes, the energy let-through for a 16 A rated supply should be considered to be $3,5 \times 10^4 \text{ A}^2\text{s}$ in accordance with BS EN 60898-1:2003 ZA.1, and for a 32 A rated supply the energy let-through should be considered to be $4,5 \times 10^4 \text{ A}^2\text{s}$ in accordance with BS EN 60898-1:2003 ZA.2.

For design purposes the semiconductors included in the diode type galvanic isolator should be designed to withstand the energy let-through limits above, at an elevated temperature

consistent with a prolonged period of heating up to the temperature limits of its enclosure/casing as referenced in 5.5.5 (d) of this standard.

Diode type galvanic isolators should be clearly labelled with the following information:

- | | |
|--|---------------------------|
| i) rated current (I_n) | e.g. 16 A |
| ii) rated short-circuit capacity | e.g. 6 kA |
| iii) maximum energy let-through capacity | e.g. 35 kA ² s |

If a diode type galvanic isolator is to be used at a location where the PSCC (I_{cn}) is greater than 6 kA, or where a Type C MCB or other type of OCB has been installed in the shore power supply, the advice of a competent person should be obtained to establish if the diode type galvanic isolator is suitable.

B.2 Testing

The electrical installation of a pleasure craft or small vessel incorporating a diode type galvanic isolator should be tested by means of a proprietary full-wave earth loop impedance tester plugged into a suitable AC socket on board a pleasure craft or small vessel when its AC electrical system is energized by a shore supply conforming to BS 7671:2008+A1:2011. Tests should be performed when the electrical installation has been completed and then periodically thereafter. The earth loop impedance measured and recorded should not be more than the maximum value according to Section 411 of BS 7671:2008+A1:2011 for the circuit concerned, as if it were a circuit of an installation covered by that standard. Earth loop impedances measured as greater than the relevant maximum value should be investigated and rectified by a competent person.

Galvanic isolators should be periodically tested (recommended as a minimum annually) using a proprietary multi-meter with a diode test facility in accordance with the galvanic isolator manufacturer's instructions. For the test, the shore supply cable should be disconnected and any other form of AC generation on board the pleasure craft or small vessel be shut down for the duration of the test. The test instrument should be applied across the galvanic isolator terminals allowing for any settling time due to parallel capacitors (if fitted) to measure the forward impedance of one pair of diodes. The test should then be repeated reversing the connections to measure the forward impedance of the other pair of diodes. The two resultant readings should either be in accordance with the manufacturer's data for healthy diodes, or should be less than 0,1 Ω for diode(s) which have melted to fail-safe state following an excess current surge. Open circuit or high resistance readings should be investigated and rectified by a competent person before the AC installation is re-energized from a shore supply.

Galvanic isolators designed, type tested, and manufactured in accordance with the American Boat and Yacht Council ABYC A-28 07/08 galvanic isolators standard should be deemed to satisfy requirements in Clause B.1 above. In particular galvanic isolators conforming to ABYC A-28 Table 1 and Table 2 with ratings of 30 A and 50 A should be considered suitable for UK shore supply installations conforming to BS 7671:2008+A1:2011 rated at 16 A single phase and 32 A single phase or three-phase respectively.

Annex ZZ

(informative)

Relationship between this standard and the essential requirements of EU directive 94/25/EC as amended by directive 2003/44/EC

This standard has been prepared under a mandate given to CEN by the European Commission to provide one means of conforming to essential requirements of the new approach directive 94/25/EC as amended by directive 2003/44/EC.

Once this standard is cited in the Official Journal of the European Union under that directive and has been implemented as a national standard in at least one member state, compliance with the normative clauses of this standard given in Table ZZ.1 confers, within the limits of the scope of this standard, a presumption of conformity with the relevant essential requirements of that directive and associated EFTA regulations.

Table ZZ.1 – Correspondence between this standard and directive 94/25/EC as amended by directive 2003/44/EC

Clauses/subclauses of this international standard	Essential requirements (ERs) of EU directive 94/25/EC as amended by directive 2003/44/EC	Qualifying remarks/Notes
All clauses	Annex 1.A, 5.3	Electrical system – Three phase systems only

WARNING: Other requirements and other EU directives may be applicable to the product(s) falling within the scope of this standard.

Bibliography

IEC 60050 (all parts), *International electrotechnical vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

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

IEC 60092-502:1999, *Electrical installations in ships – Part 502: Tankers – Special features*

IEC 62613-1:2011, *Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-Systems) – Part 1: General requirements*

ISO 10133, *Small craft – Electrical systems – Extra-low voltage d.c installations*

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

ISO 13297, *Small craft – Electrical systems – Alternating current installations*

EN ISO 25197, *Small craft – Electrical/electronic control systems for steering, shift and throttle*

EN 60092-507:2000, *Electrical installations in ships – Part 507: Pleasure craft*

BS 7671:2008+A1:2011, *Requirements for electrical installations. IET Wiring Regulations. Seventeenth edition*

IMO Resolution 253(83), *Adoption of the performance standards for navigation lights, navigation light controllers and associated equipment, International Maritime Organization*

ABYC A-28:2008, *Galvanic isolators (American Boat & Yacht Council)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	74
INTRODUCTION	76
1 Domaine d'application	77
1.1 Généralités	77
1.2 Systèmes électriques	77
2 Références normatives	78
3 Termes et définitions	80
3.1 Termes généraux	80
3.2 Termes et définitions relatifs aux réseaux de distribution à courant continu	81
3.3 Termes et définitions relatifs aux réseaux de distribution à courant alternatif	82
3.4 Termes et définitions relatifs à la protection	82
3.5 Termes et définitions relatifs au matériel	84
3.6 Termes et définitions relatifs aux batteries	86
3.7 Termes et définitions relatifs à l'isolation galvanique fournie par les alimentations par le quai	86
4 Exigences générales	87
4.1 Valeurs assignées	87
4.2 Température de l'air ambiant et de l'eau de refroidissement	87
4.3 Inclinaison du navire	87
4.4 Variations de tension et de fréquence	88
4.4.1 Généralités	88
4.4.2 Réseaux continus	88
4.4.3 Réseaux alternatifs	88
4.5 Sources électriques	89
4.5.1 Généralités	89
4.5.2 Réseaux à courant continu alimentés par des batteries	90
4.5.3 Génératrice de courant continu	90
4.5.4 Réseaux à courant alternatif	90
4.5.5 Génératrice de courant alternatif	91
4.5.6 Instruments de mesure	91
4.5.7 Source d'alimentation électrique de secours	92
4.6 Matériels	92
4.6.1 Transformateurs	92
4.6.2 Convertisseurs	93
4.6.3 Moteurs	93
4.7 Matériels et enveloppes électriques	93
4.7.1 Exigences générales	93
4.7.2 Degré général de protection des matériels et des enveloppes	93
4.7.3 Protection contre les gouttes d'eau	94
4.7.4 Entrées de câbles	94
4.7.5 Identification	94
4.7.6 Séparation des réseaux à courant continu et à courant alternatif	95
4.7.7 Compatibilité électromagnétique	95
4.7.8 Jeux de barres	95
4.7.9 Dispositifs de sectionnement et de commande	95
4.7.10 Circuits terminaux	95

4.8	Fiches et socles de prise de courant	96
4.8.1	Réseau à courant alternatif	96
4.8.2	Réseaux à courant continu	96
4.8.3	Installation dans des emplacements spéciaux	96
4.9	Installation de batteries	96
4.9.1	Dispositions générales	96
4.9.2	Isolation des bancs de batteries	97
4.9.3	Commutation fonctionnelle des bancs de batteries	97
4.9.4	Circuits alimentés en permanence	97
4.9.5	Ventilation	98
4.10	Appareillage électrique pour atmosphère explosive gazeuse	99
4.11	Chargeurs de batteries	99
4.11.1	Protection contre les surcharges et l'inversion du courant de charge	99
4.11.2	Génératrice à énergie éolienne et dispositifs photovoltaïques	99
4.12	Systèmes à propulsion électrique	99
4.12.1	Généralités	99
4.12.2	Éléments constitutifs des systèmes à propulsion électrique adaptés pour les petits navires	100
4.12.3	Commandes de l'opérateur, instruments, alarmes système et de déclenchement	101
4.13	Câbles et accessoires électriques fixés sur des structures en matériau différent	103
4.14	Circuits de communication intérieurs	103
4.15	Alimentation des feux de navigation	103
4.16	Luminaires	104
4.17	Appareils électriques de chauffage et de cuisson	104
4.18	Compas magnétiques	104
5	Réseaux de distribution	104
5.1	Réseaux de distribution en courant continu	104
5.2	Réseaux de distribution en courant alternatif	104
5.2.1	Types de réseaux de distribution en courant alternatif	104
5.2.2	Mise à la terre du conducteur de neutre dans les réseaux à courant alternatif de type TN	104
5.2.3	Mise à la terre des parties non alimentées	105
5.2.4	Conducteur de protection dans les réseaux à courant alternatif	105
5.3	Conducteurs de liaison à la terre	105
5.4	Équilibre des charges dans les réseaux triphasés alternatifs	106
5.5	Dispositions des connexions par le quai	106
5.5.1	Généralités	106
5.5.2	Connexions du navire	106
5.5.3	Informations et instructions de connexion	107
5.5.4	Isolation galvanique fournie par un transformateur de sécurité	107
5.5.5	Isolation galvanique fournie par un isolateur galvanique à diodes	107
6	Protection contre les chocs électriques dans les réseaux à courant alternatif et à courant continu dont la tension dépasse la tension de sécurité	108
6.1	Protection contre les contacts directs	108
6.2	Coupage automatique de l'alimentation vers le circuit terminal ou le matériel	108
6.3	Réseau alternatif avec neutre mis à la terre (réseau de type TN)	109
6.4	Réseau alternatif sans neutre mis à la terre (réseau du type IT)	109
6.5	Utilisation des matériels de la classe II	109

7	Protection contre les surintensités et le courant de défaut dans les réseaux à courant alternatif et à courant continu.....	110
7.1	Généralités	110
7.2	Caractéristiques des dispositifs de protection	110
7.3	Source de batterie à courant continu.....	110
7.3.1	Protection contre les surintensités du circuit principal provenant des batteries	110
7.3.2	Batteries sans protection contre les surintensités de sortie	111
7.4	Réseau à courant alternatif	111
7.4.1	Dispositifs de protection	111
7.4.2	Circuits terminaux.....	111
7.5	Génératrices	112
7.5.1	Petites génératrices dans les réseaux à courant continu.....	112
7.5.2	Utilisation des fusibles	112
7.5.3	Disjoncteur de génératrice	112
7.6	Transformateurs	112
7.7	Protection du moteur électrique	112
7.8	Convertisseurs électroniques de puissance.....	113
8	Facteur de diversité	113
8.1	Circuits autres que les circuits terminaux	113
8.2	Application des facteurs de diversité	113
8.3	Circuits terminaux.....	113
8.4	Circuits de puissance des moteurs.....	113
9	Câbles	113
9.1	Sélection des câbles	113
9.1.1	Câbles pour les réseaux à courant continu	113
9.1.2	Câbles pour les réseaux à courant alternatif	113
9.1.3	Conducteurs	114
9.1.4	Revêtements de protection	114
9.2	Détermination des sections des conducteurs	114
9.2.1	Exigences générales	114
9.2.2	Réseau à courant continu	114
9.2.3	Réseau à courant alternatif.....	115
9.2.4	Conducteur de protection dans les réseaux à courant alternatif	115
9.2.5	Caractéristiques assignées de courant en service permanent (courant alternatif et courant continu)	115
9.2.6	Facteurs de correction pour différentes températures ambiantes	117
9.2.7	Facteurs de correction pour groupements de câbles	117
9.2.8	Facteurs de correction en fonctionnement non permanent	117
9.2.9	Connexion de câbles en parallèle	118
10	Installation des câbles, terminaisons des conducteurs et identification des conducteurs.....	118
10.1	Cheminements de câble.....	118
10.2	Support et protection des câbles	119
10.3	Séparation physique des circuits.....	119
10.4	Séparation des câblages en courant continu et en courant alternatif	119
10.5	Instruments, commandes, aides à la navigation, données et câbles de communications	120
10.6	Terminaisons des conducteurs.....	120

10.7	Identification des conducteurs.....	121
10.7.1	Généralités.....	121
10.7.2	Conducteurs de liaison à la terre	121
10.7.3	Couleurs de l'isolation des conducteurs dans les réseaux à courant continu	121
11	Mise à la terre	122
11.1	Dispositifs de mise à la terre sur les petits navires à coque non métallique.....	122
11.2	Dispositifs de mise à la terre sur les petits navires à coque métallique.....	122
11.3	Plaque de terre pour la connexion de masse principale dans un petit navire à coque non métallique	122
11.4	Isolation de la terre des systèmes de commande des moteurs à combustion interne sur les navires à coque métallique	122
11.5	Mise à la terre des enveloppes pour les matériels électriques.....	122
12	Protection contre la foudre	123
12.1	Conducteurs de protection contre la foudre.....	123
12.2	Installation	123
12.3	Mise à la terre des conducteurs de foudre	123
13	Essais	123
13.1	Généralités	123
13.2	Mise à la terre.....	124
13.3	Résistance d'isolement	124
13.3.1	Généralités.....	124
13.3.2	Tableaux, coffrets et armoires de distribution	124
13.3.3	Circuits de puissance et d'éclairage.....	124
13.3.4	Génératrices et moteurs	124
13.3.5	Transformateurs	124
13.4	Appareillage.....	125
13.5	Chute de tension.....	125
13.6	Circuits de communication intérieurs.....	125
13.7	Matériels d'éclairage, de chauffage et de cuisson	125
14	Navires de longueur supérieure à 24 m et jusqu'à 50 m/500 GT	125
14.1	Généralités	125
14.2	Services essentiels.....	125
14.3	Capacité des batteries	125
14.4	Séparation physique des alimentations pour les circuits essentiels	126
14.5	Protection SOLAS du chargeur de batteries	126
14.6	Protection contre les surintensités et le courant de défaut – matériels de sécurité.....	126
14.7	Défauts à la terre dans les circuits essentiels	126
14.7.1	Réseaux avec neutre mis à la terre (Réseaux du type TN).....	126
14.7.2	Réseau sans neutre mis la terre (réseau du type IT).....	126
14.8	Alimentation des feux de navigation.....	126
14.9	Matériel de radiocommunication et de navigation.....	127
14.10	Systèmes de navigation, de commande, d'instrumentation et de communications	127
14.11	Appareils à gouverner électriques et électrohydrauliques.....	127
Annexe A (informative)	Dispositifs d'alimentation électrique côté quai	128
A.1	Connexions à un dispositif d'alimentation électrique côté quai	128
A.1.1	Généralités.....	128

A.1.2	Instructions incluses dans un manuel de propriétaire de navire (ISO 10240).....	128
A.1.3	Informations et instructions pour la connexion d'une alimentation électrique par le quai à un navire.....	128
A.2	Exemples de dispositions générales pour l'alimentation électrique d'un navire	129
A.2.1	Raccordement direct à un réseau d'alimentation monophasé.....	129
A.2.2	Raccordement direct à une alimentation secteur monophasée avec un transformateur de sécurité à bord du navire.....	130
A.2.3	Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée	131
A.2.4	Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée avec un transformateur de sécurité à bord du navire.....	131
A.2.5	Raccordement à une alimentation monophasée par un transformateur de sécurité monté sur le quai.....	132
A.2.6	Raccordement direct à une alimentation secteur monophasée avec un isolateur galvanique à diodes dans le circuit de PE allant au quai.....	132
A.2.7	Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée avec un isolateur galvanique à diodes dans le circuit de PE allant au quai.....	133
Annexe B (informative)	Isolateur galvanique à diodes	134
B.1	Généralités	134
B.2	Essais.....	135
Annexe ZZ (informative)	Relation entre la présente norme et les exigences essentielles de la directive européenne 94/25/EC telle que modifiée par la directive 2003/44/EC.....	137
Bibliographie.....		138
Figure 1	– Schéma montrant l'utilisation d'accessoires d'alimentation électrique par le quai ..85	
Figure A.1	– Raccordement direct à un réseau d'alimentation monophasé	130
Figure A.2	– Raccordement direct à une alimentation secteur monophasée avec un transformateur de sécurité à bord du navire.....	130
Figure A.3	– Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée	131
Figure A.4	– Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée avec un transformateur de sécurité à bord du navire.....	131
Figure A.5	– Raccordement à une alimentation monophasée par un transformateur de sécurité monté sur le quai.....	132
Figure A.6	– Raccordement direct à une alimentation secteur monophasée avec un isolateur galvanique à diodes dans le circuit de terre de protection allant au quai.....	133
Figure A.7	– Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée avec un isolateur galvanique à diodes dans le circuit de terre de protection allant au quai	133
Tableau 1	– Paramètres de conception – Température	87
Tableau 2	– Décalage angulaire et mouvement.....	88
Tableau 3	– Tensions et fréquences alternatives pour les réseaux d'alimentation des navires.....	89
Tableau 4	– Données techniques requises pour le manuel du propriétaire	89
Tableau 5	– Degrés de protection conformément à l'IEC 60529	94
Tableau 6	– Distances dans l'air et lignes de fuite minimales des jeux de barres nues.....	95
Tableau 7	– Courants de référence pour le calcul de la ventilation minimale	98
Tableau 8	– Table des principaux éléments constitutifs d'un système à propulsion électrique et les articles et paragraphes associés dans la présente norme.....	101

Tableau 9 – Temps de coupure maximal recommandé pour les dispositifs de protection.....	112
Tableau 10 – Valeurs de α utilisées dans le calcul des caractéristiques assignées de courant	116
Tableau 11 – Caractéristiques assignées recommandées de courant en service permanent pour des câbles monoconducteurs (température ambiante de 45 °C)	116
Tableau 12 – Facteurs de correction pour diverses températures de l'air ambiant.....	117
Tableau 13 – Facteurs de correction pour une utilisation d'une demi-heure et d'une heure	118
Tableau ZZ.1 – Correspondance entre la présente norme et la directive 94/25/EC telle que modifiée par la directive 2003/44/EC	137

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 507: Petits navires

AVANT-PROPOS

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

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

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2008. Cette édition constitue une révision technique.

Cette troisième édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente.

- a) La norme clarifie maintenant son application aux installations électriques dans les navires de plaisance qui exigent la conformité à la Directive sur les navires de plaisance.
- b) La norme spécifie les exigences pour les méthodes d'isolation galvanique des petits navires et des navires de plaisance raccordés à une alimentation à courant alternatif basse tension par le quai.

- c) La norme comprend des lignes directrices de conception pour les Systèmes à propulsion électrique adaptés aux petits navires et les exigences d'installation associées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
18/1426/FDIS	18/1443/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/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60092, publiées sous le titre général *Installations électriques à bord des navires*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. À 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 IEC 60092 et dans la série IEC 60364.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 507: Petits navires

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La présente partie de l'IEC 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 GT (Gross Tonne) qui sont conçus pour être utilisés dans les eaux intérieures ou en mer. Elle n'est pas destinée à s'appliquer:

- a) aux petits navires équipés seulement d'une batterie alimentant des circuits pour le démarrage d'un moteur et pour les feux de navigation rechargée par un alternateur entraîné par un moteur en-bord ou hors-bord;
- b) les navires de plaisance d'une longueur de coque inférieure à 24 m exigeant la conformité à la Directive 94/25/CE sur les navires de plaisance, Annexe 1 Exigences Essentielles, Partie 5.3 Systèmes Électriques, à l'exception des installations à courant alternatif triphasé de tels navires de plaisance qui fonctionnent à une tension nominale ne dépassant pas 500 V en courant alternatif.

1.2 Systèmes électriques

La présente norme s'applique aux types de réseaux électriques à courant continu ou alternatif décrits ci-après, individuellement ou en combinaison.

- a) Réseau à courant continu qui fonctionne à une tension nominale ne dépassant pas 50 V en courant continu. Pour beaucoup de petits navires, il s'agit du réseau électrique principal alimenté par des batteries pour le démarrage du moteur, les feux de navigation, les aides à la navigation et les équipements de communication, les équipements d'éclairage et d'autres équipements (à courant continu) de consommation ou de conversion de puissance.
- b) Réseau à courant alternatif monophasé qui fonctionne à une tension nominale ne dépassant pas 250 V en courant alternatif. Un tel réseau peut être le réseau d'alimentation électrique principal 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 d'un ou de plusieurs réseaux à courant continu pour les équipements alimentés par des batteries comme en 1.2 a) ci-dessus.
- c) Réseau à courant alternatif triphasé qui fonctionne à une tension nominale ne dépassant pas 500 V en courant alternatif. Le réseau triphasé est susceptible de constituer le réseau d'alimentation électrique principal de l'installation électrique d'un navire. Un tel navire peut également être équipé d'un ou de plusieurs circuits en courant alternatif monophasés similaires à ceux de 1.2 b) ci-dessus et d'un ou de plusieurs réseaux à courant continu pour les équipements alimentés par des batteries comme en 1.2 a) ci-dessus.

NOTE 1 Pour ce qui concerne les navires de plaisance d'une longueur de coque inférieure à 24 m référencées en 1.1 b) ci-avant, les normes suivantes s'appliquent:

- pour les installations à courant continu qui fonctionnent à une tension nominale ne dépassant pas 50 V en courant continu: ISO 10133;
- pour les installations à courant alternatif monophasé qui fonctionnent à une tension nominale ne dépassant pas 250 V en courant alternatif en monophasé: ISO 13297.

NOTE 2 Pour les réseaux à courant alternatif qui présentent des tensions supérieures à 250 V en courant alternatif monophasés ou 500 V en courant alternatif triphasés, pour les réseaux à courant continu de plus de 50 V

en courant continu et pour les navires de tonnage supérieur à 500 GT ou de longueur supérieure à 50 m, d'autres normes de la série IEC 60092 s'appliquent.

NOTE 3 L'attention est attirée sur les réglementations qui régissent des exigences spécifiques pour les feux de navigation des petits navires.

NOTE 4 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/CE s'applique aux navires pour passagers. Pour les navires à grande vitesse, l'attention est attirée sur le code international de sécurité pour les navires à grande vitesse (code NGV).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60034 (toutes les parties), *Machines électriques tournantes*

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

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

IEC 60092-202:1994, *Installations électriques à bord des navires – Partie 202: Conception des systèmes – Protection*
IEC 60092-202:1994/AMD 1:1996

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

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

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

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

IEC 60092-306, *Electrical installations in ships – Part 306: Equipment – Luminaires and lighting accessories* (disponible en anglais seulement)

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

IEC 60092-350, *Electrical installations in ships – Part 350: General construction and test methods of power, control and instrumentation cables for shipboard and offshore applications* (disponible en anglais seulement)

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

IEC 60092-401:1980, *Installations électriques à bord des navires – Partie 401: Installation et essais après achèvement*

IEC 60092-501:2013, *Electrical installations in ships – Part 501: Special features – Electric propulsion plant* (disponible en anglais seulement)

IEC 60146 (toutes les parties), *Convertisseurs à semiconducteurs*

IEC 60245-4, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 4 – Câbles souples*

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

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

IEC 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*

IEC 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*

IEC 60364-7-709, *Installations électriques à basse tension – Partie 7-709: Exigences pour les installations ou emplacements spéciaux – Marinas et emplacements analogues*

IEC 60445:2010, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs*

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

IEC 60533, *Electrical and electronic installations in ships – Electromagnetic compatibility* (disponible en anglais seulement)

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

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

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

IEC 60947-2, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

IEC 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61558 (toutes les parties), *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V*

IEC 61558-2-4:2009, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-4: Règles particulières et essais pour les transformateurs de séparation des circuits et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de séparation des circuits*

ISO 8846, *Navires de plaisance – Équipements 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, Consolidated edition 2009 (disponible en anglais seulement)

IMO 904E, *Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, International Maritime Organization (COLREG)* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60092-101 (dont certains sont repris ci-dessous pour des raisons de commodité), ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1 Termes généraux

3.1.1

tension de sécurité

<AC> 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 enroulement séparé

Note 1 à l'article: Il convient 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 à l'article: 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 assignée d'alimentation.

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.19]

3.1.2

tension de sécurité

<DC> 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 à l'article: Il convient 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 à l'article: 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 assignée d'alimentation.

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.19]

3.1.3**tension nominale** U

tension alternative en valeur efficace entre les lignes ou tension continue entre les pôles

3.1.4**tension assignée** U_0

<Réseaux TN> tension alternative nominale en valeur efficace de la phase à la terre

<Réseaux IT> tension alternative nominale en valeur efficace entre conducteur de phase et conducteur de neutre ou conducteur avec point milieu, le cas échéant

<Réseaux à courant continu> tension continue nominale à la terre

3.1.5**partie active**

conducteur ou partie conductrice destinée à être sous tension en service normal, y compris le conducteur de neutre, mais par convention, excepté le conducteur PEN (un conducteur combinant les fonctions à la fois d'un conducteur de protection et d'un conducteur de neutre)

Note 1 à l'article: La notion n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-19, modifiée comme suit: Les mots "le conducteur PEM ou le conducteur PEL" ont été supprimés. Le texte entre crochets a été ajouté]

3.1.6**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

EXEMPLE Services spécialisés

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.4]

3.1.7**mis à la masse**

connecté 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 à l'article: 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.

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.9]

3.2 Termes et définitions relatifs aux réseaux de distribution à courant continu**3.2.1****réseau à courant continu à deux fils**

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

[SOURCE: IEC 60092-201:1994, 2.2.1]

3.3 Termes et définitions relatifs aux réseaux de distribution à courant alternatif

3.3.1

distribution à courant alternatif monophasé à deux fils

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

[SOURCE: IEC 60092-201:1994, 2.3.1]

3.3.2

distribution en monophasé à trois fils

réseau à courant alternatif comprenant deux conducteurs actifs et un conducteur 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

[SOURCE: IEC 60092-201:1994, 2.3.2]

3.3.3

distribution en triphasé à trois fils

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

[SOURCE: IEC 60092-201:1994, 2.3.3]

3.3.4

distribution en triphasé à quatre 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

[SOURCE: IEC 60092-201:1994, 2.3.4]

3.4 Termes et définitions relatifs à la protection

3.4.1

circuit terminal

partie d'un réseau située au-delà du dernier dispositif de protection contre les surintensités pour le circuit considéré

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.17, modifiée – Les mots “dispositif de protection contre les surcharges ou les surintensités” ont été remplacés par “dispositif de protection contre les surintensités pour le circuit considéré”]

3.4.2

dispositif de protection contre les surintensités

dispositif destiné à interrompre un circuit électrique dans le cas où le courant dans le ou les conducteurs du circuit électrique dépasse une valeur prédéterminée pendant une durée spécifiée

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-14-14]

3.4.3

fusible

coupe-circuit à fusibles

appareil dont la fonction est d'ouvrir par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments 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

Note 1 à l'article: Le fusible comprend toutes les parties qui constituent l'appareil complet.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-18-01]

3.4.4

disjoncteur

appareil 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 telles que celles du court-circuit

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-20, modifiée – Le mot "circuit" a été supprimé de "conditions anormales spécifiées du 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

Note 1 à l'article: L'abréviation «GFCI» est dérivée du terme anglais développé correspondant «ground-fault circuit interrupter».

3.4.6

conducteur de protection

PE (identification)

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 1 à l'article: 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.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-09, modifiée – Les mots "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" ainsi que la note à l'article ont été ajoutés.]

3.4.7

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.

EXEMPLE: La cloison et les câbles d'un local radio.

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.7, modifiée – La dernière phrase dans la source a été convertie en un exemple.]

3.4.8

conducteur neutre

conducteur de neutre

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

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-06]

3.4.9 **gaine**

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

[SOURCE: IEC 60050-461:2008, 461-05-03, modifiée – La note dans la source a été supprimée.]

3.5 Termes et définitions relatifs au matériel

3.5.1 **accessible**

objet ou dispositif qui peut être touché par inadvertance ou approché par une personne quelconque à une distance inférieure à la distance de sécurité

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique aux objets qui ne sont pas protégés de façon adéquate

[SOURCE: IEC 60092-101:1994, 1.3.5, modifiée – La dernière phrase dans la source a été transformée en note.]

3.5.2 **cosse à œillet**

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

3.5.3 **matériel de sécurité de type certifié**

matériel électrique d'un type pour lequel une autorité nationale appropriée ou autre a accompli les vérifications et essais de type nécessaires pour certifier la sûreté du matériel en ce qui concerne les dangers d'explosion lorsqu'il est utilisé dans une atmosphère explosive gazeuse

[SOURCE: IEC 60092-502:1999, 3.1]

3.5.4 **socle de prise de courant sur le quai**

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

Note 1 à l'article: Un socle de prise de courant peut aussi être incorporé dans le circuit secondaire d'un transformateur de séparation des circuits.

Note 2 à l'article: Voir Figure 1.

[SOURCE: IEC 62613-1:2011, 3.2, modifiée – Le mot "quai" a été ajouté au terme. Les mots "côté quai" ont été ajoutés dans la définition.]

3.5.5 **fiche**

partie destinée à être reliée directement à un câble souple

Note 1 à l'article: Voir Figure 1.

[SOURCE: IEC 62613-1:2011, 3.3]

3.5.6 **prolongateur de navire**

ensemble permettant le raccordement à volonté d'un câble souple au navire

Note 1 à l'article: Il se compose de deux parties: une prise mobile de navire et un socle de connecteur de navire.

Note 2 à l'article: Voir Figure 1.

[SOURCE: IEC 62613-1:2011, 3.4]

3.5.7

prise mobile de navire

partie faisant corps avec le câble souple d'alimentation

Note 1 à l'article: Voir Figure 1.

[SOURCE: IEC 62613-1:2011, 3.5]

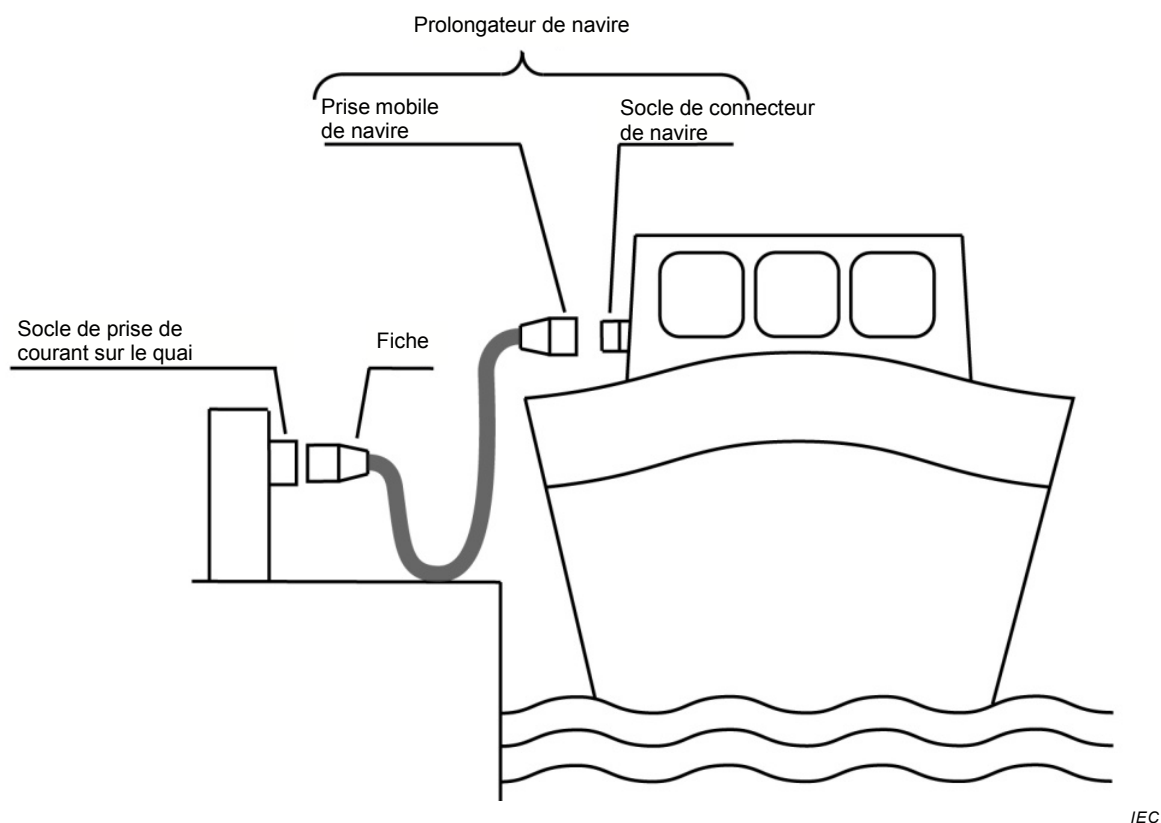
3.5.8

socle de connecteur de navire

partie incorporée ou fixée au navire et destinée à recevoir la prise mobile de navire

Note 1 à l'article Voir Figure 1.

[SOURCE: IEC 62613-1:2011, 3.6 modifiée – Addition des mots "et destinée à recevoir la prise mobile de navire".]



IEC

Figure 1 – Schéma montrant l'utilisation d'accessoires d'alimentation électrique par le quai

3.5.9

transformateur

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

3.5.10**génératrice**

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

Note 1 à l'article: 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, d'une turbine à eau ou encore d'une pile à combustible.

3.6 Termes et définitions relatifs aux batteries**3.6.1****élément ouvert**

accumulateur ayant un couvercle muni d'une ouverture au travers de laquelle les produits de l'électrolyse et de l'évaporation peuvent s'échapper librement de l'élément vers l'atmosphère

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-14]

3.6.2**élément étanche**

élément fermé ne laissant échapper ni gaz ni liquide lorsqu'il fonctionne dans les limites spécifiées par le fabricant

Note 1 à l'article: Un élément étanche peut être muni d'un dispositif de sécurité destiné à éviter toute pression interne dangereusement élevée et est conçu pour fonctionner toute sa vie dans ses conditions d'étanchéité initiales. Certaines batteries 6 V et 12 V utilisant des éléments étanches sont également commercialisées comme étant de "faible maintenance".

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-17, modifiée – Addition d'une nouvelle dernière note à la fin de la note à l'article]

3.6.3**batterie étanche à soupapes****VRLA**

batterie d'accumulateurs dans laquelle les éléments sont fermés, mais munis d'une soupape qui permet l'échappement des gaz lorsque la pression interne excède une valeur prédéterminée

Note 1 à l'article: L'élément ou la batterie ne peuvent normalement pas recevoir d'addition à leur électrolyte.

Note 2 à l'article: L'abréviation «VRLA» est dérivée du terme anglais développé correspondant «valve regulated lead acid battery»

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-15]

3.7 Termes et définitions relatifs à l'isolation galvanique fournie par les alimentations par le quai**3.7.1****isolation galvanique**

moyen permettant de réduire les risques de corrosion galvanique de la coque métallique et/ou des composants métalliques immergés d'un navire lorsqu'il est raccordé à une alimentation par le quai en cherchant à prévenir les petits courants continus créés par des phénomènes électrochimiques circulant, à travers le conducteur de protection, vers la terre du quai (et toutes structures métalliques/tous composants métalliques/tous autres navires alentour également mis à la terre du quai) et ensuite circulant, à travers l'eau, vers la coque et/ou des composants métalliques immergés du navire

3.7.2**transformateur de sécurité**

<isolation galvanique> dispositif adapté entre le socle de connecteur de navire à bord d'un navire et le réseau de distribution à courant alternatif basse tension du navire aux fins

d'isolation galvanique de sorte qu'il n'y ait aucune connexion entre la borne de terre de protection du navire et le conducteur de protection dans le prolongateur du navire

3.7.3

isolateur galvanique à diodes

<isolation galvanique> dispositif électronique constitué d'un circuit à pont de diodes aux caractéristiques assignées appropriées qui peut être inséré dans le circuit du conducteur de protection dans un socle de connecteur de navire afin de bloquer toute circulation entre le navire et la terre du navire des petits courants continus galvaniques dans le conducteur de protection du prolongateur du navire, mais autoriser la libre circulation d'un courant alternatif de défaut pour actionner le matériel de protection de quai en cas de défaut à bord d'un navire lorsque celui-ci est relié à une alimentation par le quai

Note 1 à l'article: Pour de plus amples explications et détails techniques, voir Annexe B.

4 Exigences générales

4.1 Valeurs assignées

Les conducteurs, les appareillages et les accessoires doivent être dimensionnés pour les conditions attendues d'environnement et de fonctionnement et doivent supporter les surcharges et les courants transitoires anticipés, 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 dans le Tableau 1 (source: Tableau 4 de l'IEC 60092-101:1994).

Tableau 1 – Paramètres de conception – Température

Type de matériel	Valeur °C
Température élevée de l'air	
Câbles	45
Génératrices et moteurs	50
Commande et instrumentation	55
Matériel de sécurité de type certifié	45
Température basse de l'air	
Généralités	5
Pont extérieur	-25
Température élevée de l'eau	
Génératrices et moteurs	30

NOTE Les valeurs contenues dans le tableau sont basées sur les exigences de l'IEC 60092-101:1994, à l'exception de l'exigence relative au matériel de sécurité de type certifié, qui est basée sur les exigences de l'IEC 60092-502:1999.

4.3 Inclinaison du navire

Le matériel électrique doit être conçu pour continuer à fonctionner de manière satisfaisante avec différentes inclinaisons du navire par rapport à la normale indiquées dans le Tableau 2 (source: Tableau 6 de l'IEC 60092-101:1994).

Pour les navires à voile uniquement, la conception doit inclure des angles de gîte jusqu'à 45° sur chaque amure.

Tableau 2 – Décalage angulaire et mouvement

Condition statique	Décalage angulaire autour de l'axe longitudinal (liste)	
	Conditions générales ^{a b}	± 15°
	Conditions d'urgence	± 22°30'
	Décalage angulaire autour de l'axe transversal (assiette)	
	Conditions d'urgence ^a	± 10°
Condition dynamique	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 à la SOLAS 1974, Volumes II et III. ^c Ces mouvements peuvent intervenir de manière simultanée.		

4.4 Variations de tension et de fréquence

4.4.1 Généralités

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.

4.4.2 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.

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.

4.4.3 Réseaux alternatifs

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

- a) fréquence: ± 5 %;
- b) tension: $\begin{matrix} + 6 \\ - 10 \end{matrix}$ %;
- c) distorsion harmonique simple: < 3 %;
- d) distorsion harmonique totale: < 5 %.

Le Tableau 3 donne les valeurs recommandées des tensions et fréquences nominales ainsi que les tensions maximales permises pour les réseaux d'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 1 000
Matériel alimentant les socles de prise de courant, mis à la terre	Monophasé 120/230	Monophasé 50 ou 60	Monophasé 500
2 Éclairage 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 sécurité	Monophasé 24	Monophasé 50 ou 60	Monophasé 55
b) transformateur de sécurité alimentant un seul dispositif, les deux conducteurs doivent être isolés de la terre	120/230	50 ou 60	250

4.5 Sources électriques

4.5.1 Généralités

L'énergie électrique d'un petit navire peut être fournie par une ou plusieurs génératrices et/ou des bancs de batteries principaux ayant une puissance suffisante pour alimenter les services essentiels. Pour chaque source, les données du Tableau 4 ci-après doivent être spécifiées et consignées dans le manuel du propriétaire.

Tableau 4 – Données techniques requises pour le manuel du propriétaire

	Génératrice	Batterie
La tension assignée U_0 ou U (V)	X	X
La fréquence assignée (Hz)	X	-
La puissance assignée (VA)	X	-
Le courant d'emploi I_b (A)	X	X
Le courant de court-circuit présumé maximal	X	X
La puissance (Ah) et le type de batterie installée dans le ou les bancs de batteries, par exemple au plomb, NiCd, etc.	-	X
La constante de temps de la ou des batteries, les dates des cycles de maintenance	-	X
Les exigences en matière d'installation et de ventilation	-	X

Pour chaque génératrice triphasée à courant alternatif, les données suivantes doivent être fournies par le fabricant et consignées dans le manuel du propriétaire pour faciliter les calculs de court-circuit:

- a) Réactance sous-transitoire ($X''d$);

- b) Réactance transitoire ($X'd$);
- c) Réactance synchrone (X_d);
- d) Constante de temps sous-transitoire ($T''d$);
- e) Constante de temps transitoire ($T'd$);
- f) Constante de temps (T_a).

La source principale d'énergie doit être constituée d'au moins deux groupes électrogènes, chacun équipé d'une batterie de démarrage indépendante ou de deux bancs de batteries avec les génératrices associées à courant continu capables de charger les batteries et de supporter la charge des services essentiels, ou une combinaison de ces sources d'énergie.

4.5.2 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 utiliser 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.

4.5.3 Génératrice de courant continu

Pour les petits navires, il s'agit 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. Une telle (ou de telles) 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 afin de ne pas dépasser la tension de dégazage de la batterie à laquelle elles sont connectées.

Pour les génératrices de courant continu entraînées par un moteur à combustion indépendant, les systèmes d'excitation doivent être alimentés du côté de la génératrice et la génératrice doit être auto-excitée par un régulateur automatique de tension. 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 aux valeurs assignées de la tension et de la vitesse.

4.5.4 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) onduleur fournissant un courant alternatif à partir du réseau à courant continu du navire;
- 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(e) 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.

4.5.5 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 attelé à l'arbre du moteur.

Lorsqu'un réseau à courant alternatif est prévu comme source principale de courant électrique et se compose d'une génératrice unique, un moyen alternatif de démarrage de la génératrice doit être prévu. Les conditions de régulation stables et transitoires du système d'excitation comprenant le régulateur automatique doivent être conformes à l'IEC 60092-301.

Les machines électriques, y compris les moteurs primaires et/ou les convertisseurs/onduleurs doivent être conformes aux exigences applicables des IEC 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 l'IEC 60092-202.

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 aux valeurs assignées de la tension et de la vitesse.

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

4.5.6 Instruments de mesure

4.5.6.1 Généralités

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.

4.5.6.2 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. En variante, des dispositifs de surveillance propriétaires de l'état des batteries peuvent être montés pour surveiller et afficher l'état de la batterie ou des batteries.

4.5.6.3 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 commutateur pour sa connexion à chaque génératrice), ainsi qu'un ampèremètre pour chaque génératrice et un voltmètre pour chaque section de barre.

Pour des générateurs à enroulement combiné équipés de connexions d'égaliseur, l'ampèremètre doit être connecté au pôle de signe opposé à celui connecté aux enroulements en série de la génératrice.

4.5.6.4 Instruments pour 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 sélecteur 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 sélecteur 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 sélecteur pour permettre le mesurage de la tension et de la fréquence de toute génératrice.

Lorsque des génératrices sont mises en fonctionnement en parallèle dans des installations avec le neutre à la terre, on doit s'assurer que le courant égalisateur causé par des harmoniques ne dépasse pas des valeurs nuisibles. Il convient de faire référence aux lignes directrices du fabricant de la génératrice.

4.5.7 Source d'alimentation électrique de secours

Les petits navires doivent être équipés d'une source autonome d'alimentation électrique de secours.

La source d'alimentation électrique de secours doit être capable d'alimenter pendant 6 h, si leur fonctionnement dépend d'une source électrique, au moins les services suivants lorsqu'ils sont installés sur un petit navire:

- a) éclairage d'urgence;
- b) feux de navigation;
- c) matériel de radiocommunication et de navigation;
- d) matériel de signalisation et de communications internes requis en cas d'urgence;
- e) système de détection d'incendie et d'alarme incendie;
- f) fonctionnement intermittent de la lampe de signalisation diurne, de l'avertisseur sonore du navire et de tous les signaux internes requis en cas d'urgence.

La source d'alimentation électrique de secours et le matériel associé doivent être placés au-dessus du pont continu le plus élevé et doivent être accessibles du pont extérieur.

4.6 Matériels

4.6.1 Transformateurs

Les transformateurs utilisés pour la puissance et l'éclairage, et comme des convertisseurs statiques, des transformateurs de démarrage, des équilibrateurs statiques, des bobines d'inductance 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 l'IEC 60092-303.

Les transformateurs de sécurité pour usage général doivent être conformes à l'IEC 61558-2-4.

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

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

4.6.2 Convertisseurs

Les convertisseurs à semiconducteurs doivent être conformes à l'IEC 60146.

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

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

4.6.3 Moteurs

Les exigences de la série IEC 60034 et de l'IEC 60092-301 doivent s'appliquer.

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 doivent être conformes à l'IEC 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 d'au moins IP2X. En fonction de leur emplacement, les matériels électriques doivent présenter des degrés de protection au moins égaux aux degrés indiqués dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Degrés de protection conformément à l'IEC 60529

Exemple d'emplacement	Génératrice s	Moteurs	Transfor mateurs	Appareilla ges	Instruments	Dispositifs de sectionne ment	Luminaires	Accessoires
Salle des appareils à gouverner (au-dessus du plancher) et salles de commande	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Local batteries							IP44+(Ex)	
Magasin général; soute à provisions		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 Appareils à gouverner (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 assignées 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:

- a) nom du fabricant, et;
- b) numéro ou désignation du modèle, et;
- c) caractéristiques électriques assignées en volts et ampères ou volts et watts, et;

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

4.7.6 Séparation des réseaux à courant continu et à courant alternatif

Les navires équipés à la fois de réseaux électriques à courant continu et à courant alternatif doivent avoir une distribution en courant continu et en courant alternatif 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 Compatibilité électromagnétique

Les matériels électriques et électroniques, les matériels de radiocommunication de tous les navires de commerce et de plaisance doivent être conformes aux IEC 60533 et IEC 60945.

4.7.8 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'échauffement maximal 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 6 ci-après.

Tableau 6 – Distances dans l'air et lignes de fuite minimales des jeux de barres nues

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

4.7.9 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 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.

4.7.10 Circuits terminaux

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

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 coordination 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 prise de courant

4.8.1 Réseau à courant alternatif

Lorsqu'un réseau à la terre est utilisé, des fiches et des socles de prises de courant 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 de prise de courant et les fiches adaptées utilisés dans les réseaux à 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 de prise de courant installés dans des emplacements subissant la pluie, des pulvérisations ou des éclaboussures (pont extérieur) doivent avoir un degré de protection IP56 ou pouvoir être enfermés à l'intérieur d'enveloppes IP56, au minimum, lorsqu'ils ne sont pas utilisés. Lorsque la fiche appropriée est connectée, le socle doit maintenir le degré IP56.

Les socles de prise de courant installés dans des zones soumises à un envahissement par l'eau ou à une inondation momentanée doivent être à l'intérieur d'enveloppes IP67, au minimum, et maintenir le degré IP67 lorsqu'une fiche appropriée est insérée.

Les socles de prise de courant 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 de petits navires 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 (c'est-à-dire retournement). Les batteries d'accumulateurs au plomb et alcalines ne doivent pas être placées dans une même enveloppe ou un conteneur ou à proximité immédiate les unes des autres.

Lorsque des batteries, à l'exception des types étanches à soupapes, sont installées dans une salle de 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.

Les bornes de batterie et les terminaisons de conducteurs exposés doivent être protégées contre tout contact direct par des personnes ou des objets. Des précautions doivent être prises lors de l'exécution des travaux d'inspection et d'entretien pour empêcher les contacts

corporels avec les composants actifs de la batterie et éviter le contact avec des outils non isolés entre les bornes de batterie / conducteurs exposés et la terre ou entre les pôles.

Les dispositifs de sectionnement, les fusibles ou autres matériels électriques ne doivent pas être placés dans les compartiments ou conteneurs de batteries, à moins que le matériel électrique soit de type de sécurité certifié pour le compartiment concerné, conformément à l'IEC 60079.

4.9.2 Isolation des bancs de batteries

Chaque banc de batteries doit pouvoir être déconnecté des circuits du réseau à courant continu par un interrupteur-sectionneur facilement accessible et à commande manuelle (marche/arrêt) placé à proximité immédiate du compartiment des bancs de batteries. La fonction d'interrupteur-sectionneur peut être combinée avec la fonction de sélection de service décrite en 4.5.2. Dans les réseaux complètement isolés, les interrupteurs-sectionneurs doivent être bipolaires et dans les réseaux de terre négatifs les interrupteurs-sectionneurs doivent être unipolaires dans le circuit du conducteur positif. Dans les réseaux de terre négatifs, un interrupteur-sectionneur séparé peut être installé pour le ou les circuits de moteur à démarrage à la main.

Un isolateur à télécommande ou un disjoncteur à télécommande peut être utilisé comme interrupteur-sectionneur lorsque l'un ou l'autre est équipé d'un mécanisme manuel de marche / arrêt et est installé dans un emplacement facilement accessible à proximité immédiate du compartiment des batteries.

Le pouvoir de coupure minimal (I_{cn}) d'un isolateur ou d'un disjoncteur effectuant cette fonction doit être le courant de court-circuit maximal qu'une batterie complètement chargée peut fournir à l'emplacement où l'interrupteur-sectionneur ou le disjoncteur est installé. Les caractéristiques continues minimales assignées de courant d'un interrupteur-sectionneur ou d'un disjoncteur utilisé comme interrupteur-sectionneur doivent être au moins égales au courant maximal du ou des circuits alimentés par le banc de batteries plus la charge intermittente de tout circuit du moteur de démarrage connecté au banc de batteries par l'intermédiaire de l'interrupteur-sectionneur ou du disjoncteur.

Si un isolateur à télécommande, un contacteur à télécommande ou un disjoncteur à télécommande sans unité de fonctionnement manuel est installé pour déconnecter un banc de batteries, alors un interrupteur-sectionneur à commande manuelle doit également être prévu entre l'isolateur à télécommande, le contacteur / fusible à télécommande ou le disjoncteur à télécommande et la ou les bornes du banc de batteries.

4.9.3 Commutation fonctionnelle des bancs de batteries

La commutation fonctionnelle (marche/arrêt) peut être commandée par des contacteurs/fusibles à télécommande ou des disjoncteurs à télécommande qui doivent être installés sur le conducteur positif provenant de chaque banc de batteries pour les réseaux de terre négatifs, et pour les réseaux complètement isolés de tels appareils de commutation fonctionnelle doivent avoir deux pôles installés sur les conducteurs à la fois positif et négatif partant de chaque banc de batteries. Les caractéristiques continues assignées de courant des contacteurs/fusibles à télécommande ou des disjoncteurs à télécommande doivent correspondre au courant d'emploi maximal pour le ou les circuits commandés par le banc de batteries. Les appareils de commutation fonctionnelle doivent avoir comme pouvoir de coupure minimal (I_{cn}) le courant d'emploi de court-circuit à l'emplacement où ils sont installés.

4.9.4 Circuits alimentés en permanence

Les systèmes suivants peuvent être connectés entre l'interrupteur-sectionneur ou le dispositif à télécommande effectuant une fonction d'interrupteur-sectionneur et la ou les bornes du banc de batteries:

- a) les dispositifs électroniques à mémoire protégée et les dispositifs de protection comme les pompes de cale et les alarmes, qui doivent être protégés individuellement par un disjoncteur ou un fusible aussi près que possible de la ou des bornes du banc de batteries;
- b) une soufflerie de ventilation du compartiment moteur/réservoir de carburant, qui doit être protégée par un ou des fusibles ou un disjoncteur aussi près que possible de la ou des bornes du banc de batteries;
- 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), qui doivent être protégés individuellement par un ou des fusibles ou un disjoncteur aussi près que possible de la ou des bornes du banc de batteries;
- d) pour un banc de batteries de système à propulsion électrique, un circuit maintenant la bobine d'un interrupteur à télécommande ou la bobine d'un contacteur à télécommande par l'intermédiaire d'un interrupteur de commande au poste de conduite / commande doit être protégé individuellement par un fusible ou un disjoncteur aussi près que possible de la ou des bornes du banc de batteries.

4.9.5 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 ou dans un ou des conteneurs réservés à cet effet, un système de ventilation ou d'autres moyens doivent être prévus pour permettre l'évacuation du compartiment ou du conteneur de batteries des gaz dégagés par les batteries pendant la charge à l'air libre.

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 7.

Tableau 7 – Courants de référence pour le calcul de la ventilation minimale

Type de batterie	Au plomb, ouverte		Au plomb, à soupapes (VRLA)		NiCd ouverte	
Tension de charge nominale par élément, Volts par élément (VPC)	2,23	2,4	2,27	2,4	1,4	1,55
Courant I à la tension de charge nominale par élément par 100 Ah de capacité nominale, Ampères (A)	0,5	2,0	0,1	0,8	0,5	5
D'autres références doivent 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 systèmes de chargement doivent être verrouillés 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 entrées de câbles dans les compartiments de batteries doivent être étanches au gaz.

4.10 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 diesel, réservoirs de carburant, raccordements et autres connecteurs de composants de système de carburant, et dans des compartiments ou armoires contenant des bouteilles de GPL et/ou des régulateurs de pression, doivent être conformes à la série IEC 60079 et/ou à l'ISO 8846, à l'ISO 10239 et aux normes ISO 9094-1 et ISO 9094-2.

Il doit être noté que les compartiments ouverts présentant 0,34 m² 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.

4.11 Chargeurs de batteries

4.11.1 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 du courant de charge doit être prévue.

4.11.2 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.

4.12 Systèmes à propulsion électrique

4.12.1 Généralités

Les systèmes à propulsion électrique des petits navires sont généralement conçus et construits à partir d'un certain nombre d'éléments constitutifs dont un grand nombre peut être d'origine exclusive et tous les éléments électriques et de commande sont reliés entre eux par des câbles et fonctionnent comme un système.

De manière fondamentale, le concepteur / installateur du système de propulsion doit être compétent dans tous les aspects des matériels inclus dans la conception d'un système particulier de telle sorte que les éléments constitutifs du système de propulsion soient intégrés de manière cohérente et en toute sécurité.

La puissance de sortie assignée de chaque système à propulsion électrique au niveau de l'arbre du moteur doit être conçue en fonction des caractéristiques du propulseur et de la plage de vitesses de rotation requise.

Le système à propulsion électrique peut être électriquement séparé d'autres réseaux électriques à bord d'un petit navire. Les types de réseaux électriques à courant alternatif comprennent les réseaux à quatre conducteurs avec neutre à la terre mais sans retour par la

coque (TN-C), à cinq conducteurs avec neutre à la terre mais sans retour par la coque (TN-S) et les réseaux de type IT avec des exigences particulières pour la surveillance du courant de fuite à la terre, pour les systèmes d'alarme et de déclenchement. Les réseaux à courant continu peuvent être soit mis à la terre, soit complètement isolés avec des exigences particulières pour la surveillance de la résistance d'isolement, pour les systèmes d'alarme et de déclenchement. Concernant les systèmes de propulsion à courant continu fonctionnant à des tensions supérieures à la tension de sécurité, un réseau à trois conducteurs (par exemple, DC +110 V/0/-110 V) peut être envisagé avec ou sans le conducteur milieu mis à la terre.

Pour les systèmes à propulsion électrique à courant continu pour les petits navires avec des tensions nominales assignées supérieures à la tension de sécurité, les précautions contre le risque de choc électrique données à l'Article 6 doivent être respectées.

Les systèmes à propulsion électrique à courant continu peuvent avoir un ou des bancs de batteries de grande capacité comme source d'alimentation principale et on doit faire référence à 4.9 pour:

- a) les exigences de ventilation nécessaires pour les compartiments des bancs de batteries et;
- b) les exigences d'un interrupteur-sectionneur pour chaque banc de batteries de propulsion et;
- c) les exigences de protection de circuits pour les circuits en permanence sous-tension alimentés par une batterie.

Une attention particulière doit être accordée à la compatibilité électromagnétique (CEM) du système à propulsion électrique y compris le choix des câbles d'alimentation et de commande, les cheminements des câbles et les méthodes d'installation pour réduire les interférences avec d'autres matériels électriques et électroniques à bord d'un petit navire

L'IEC 60092-501 doit servir à fournir des lignes directrices en matière de conception et d'installation des systèmes à propulsion électrique adaptés pour les petits navires.

4.12.2 Éléments constitutifs des systèmes à propulsion électrique adaptés pour les petits navires

Les éléments constitutifs peuvent inclure:

- a) les génératrices de courant alternatif et les génératrices de courant continu qui peuvent être destinées à la propulsion ou faire partie du système électrique global des petits navires dont le ou les circuits de propulsion électriques font partie.
- b) les bancs de batteries (y compris les dispositifs de charge, la ventilation, la gestion / surveillance, le contrôle opérationnel et l'isolation).
- c) les convertisseurs à semiconducteurs (y compris les commandes de moteur à courant continu, onduleurs à courant alternatif, variateurs de fréquence à courant alternatif, et leurs enveloppes).
- d) les moteurs de propulsion à courant continu et à courant alternatif (qui peuvent être déclassés en fonction des courants de sortie harmonique du convertisseur / des onduleurs à fréquence variable).
- e) les tableaux de distribution /panneaux de commande.
- f) les transformateurs (y compris les transformateurs de sécurité).
- g) les filtres d'harmoniques
- h) les câbles et support de câble / les systèmes des enveloppes.
- i) les commandes, les dispositifs de surveillance, les matériels de déclenchement d'alarme et de défaut.

La plupart des éléments constitutifs ci-dessus qui sont appropriés pour être intégrés dans un système à propulsion électrique pour les petits navires sont traités ou cités en référence dans la présente norme comme indiqué dans le Tableau 8 ci-après.

Tableau 8 – Table des principaux éléments constitutifs d'un système à propulsion électrique et les articles et paragraphes associés dans la présente norme

Élément constitutif	Référence aux articles/paragraphes
Exigences générales:-	
Valeurs assignées	4.1
Températures ambiantes	4.2
Inclinaison du navire	4.3
Tensions assignées	4.4 et Tableau 3
Protection de l'environnement pour matériels électriques	4.7.2 et Tableau 5, 4.7.3, 4.7.4.
Transformateurs	4.6.1, 7.6
Convertisseurs	4.6.2
Moteurs	4.6.3
Exigences d'installation, d'isolation et de ventilation des batteries	4.9
Chargeurs de batterie	4.11
Alimentation par le quai pour la recharge des batteries	5.5
Génératrices	4.5.3, 4.5.5 et 7.5
Compatibilité électromagnétique	4.7.7
Types de réseaux à courant continu:- réseaux à deux conducteurs complètement isolés ou à deux conducteurs avec terre négative	5.1
Types de réseaux à courant alternatif:- IT, TN-C, TN-S	5.2
Traitement du conducteur de neutre dans les réseaux à courant alternatif de type TN	5.2.2
Protection contre les chocs électriques dans les réseaux à courant alternatif et à courant continu dont la tension assignée dépasse 50 V	6
Protection contre les surintensités et le courant de défaut dans les réseaux à courant alternatif et à courant continu	7
Sélection des câbles/caractéristiques assignées de courant jusqu'à la tension assignée 500 V	9
Installation des câbles, terminaisons des conducteurs et identification des conducteurs	10
Mise à la terre et liaison à la terre	11

4.12.3 Commandes de l'opérateur, instruments, alarmes système et de déclenchement

4.12.3.1 Généralités

Chaque système à propulsion électrique pour un petit navire doit être muni de commandes, de dispositifs de surveillance, d'alarmes système et de déclenchement au niveau du ou des postes de conduite / commande.

4.12.3.2 Commandes

La ou les commandes de propulsion doivent inclure, au minimum, les commandes et sectionneurs suivants pour chaque moteur de propulsion/ système propulseur:

- a) la commande "On/Off" (marche/arrêt) de propulsion électrique pour chaque système de propulsion (par exemple, démarrage/arrêt de la génératrice de propulsion, fermeture / ouverture du disjoncteur ou contacteur de la batterie de propulsion, fermeture / ouverture du disjoncteur du système de propulsion dans le réseau électrique principal). Des mesures doivent être prises pour permettre de verrouiller la commande On/Off dans la position "Off";
- b) la commande En avant / Neutre / En arrière;
- c) la commande de vitesse du propulseur;

Les commandes b) et c) peuvent être combinées en un dispositif de commande commun pour chaque moteur de propulsion / système propulseur.

Il doit être noté que le ou les propulseurs peuvent continuer à tourner lorsqu'un petit navire fait route quand la commande neutre est sélectionnée ou une commande d'arrêt d'urgence/ déconnexion de batterie est actionnée, en raison de l'inertie des matériels tournants et/ou du mouvement du petit navire dans l'eau. Des précautions particulières doivent être prises dans le cas des moteurs de propulsion à excitation permanente afin d'empêcher la production de tensions réseau dangereuses dans ces circonstances.

NOTE L'ISO 25197 fournit des lignes directrices générales sur ces systèmes ainsi que des critères détaillés d'essai de type relatifs aux essais mécanique, d'environnement et de CEM concernant ces systèmes électriques/électroniques pour le contrôle de la direction, de l'inverseur et des gaz destinés à être utilisés dans les petits navires/navires de plaisance pour lesquels il est exigé de se conformer aux exigences essentielles de la Directive UE 94/25/CE, telle que modifiée par la Directive 2003/44/CE.

- d) la réinitialisation des déclenchements de défaut du ou des systèmes de propulsion.
Une réinitialisation des déclenchements de défaut du système de propulsion ne doit être autorisée que lorsque les conditions suivantes sont remplies:
 - Aucun déclenchement du système de propulsion n'est présent (les alarmes de premier avertissement sont admissibles),
 - La commande En avant / Neutre / En arrière est réglée à la position Neutre,
 - La commande de vitesse du propulseur réglée à la vitesse minimale,
 - La commande "arrêt d'urgence" ou "déconnexion de batterie" n'est pas actionnée.
- e) un dispositif d'interruption à bouton-poussoir "arrêt d'urgence" ou un dispositif équivalent pour chaque système de propulsion. L'interrupteur "arrêt d'urgence" ou un dispositif équivalent doit "se verrouiller" lorsqu'il fonctionne et doit pouvoir être réinitialisé manuellement à la position de conduite / commande seulement. Le circuit d'arrêt d'urgence doit être câblé pour mettre immédiatement hors tension le système de propulsion associé lorsque l'"arrêt d'urgence" est actionné.
- f) Un interrupteur de commande "Déconnexion de batterie" doit être prévu pour chaque système de propulsion alimenté par batterie, l'interrupteur commandant un disjoncteur ou un contacteur installé dans le circuit de sortie en provenance de chaque banc de batteries de propulsion. Pour les systèmes de propulsion alimentés par batterie, l'interrupteur de commande "Déconnexion de batterie" peut être utilisé à la place de l'interrupteur "Arrêt d'urgence" décrit en e) et dans ce cas, l'interrupteur de commande doit être également de type à verrouillage / à réinitialisation manuelle comme décrit en e). Il doit être noté qu'une installation d'isolation du banc de batteries à commande manuelle doit également être prévue à proximité et accessible à chaque banc de batteries.
- g) En cas de panne de commande de propulsion, un mode de commande d'urgence manuelle doit être prévu pour une reprise en toute sécurité.

4.12.3.3 Instruments et indications d'alarmes

Pour les petits navires de moins de 24 m de long, le poste de conduite / commande doit être muni des instruments et indications d'alarme/ déclenchement suivants pour chaque système à propulsion électrique:

- a) La vitesse du propulseur,
- b) La charge approximative de la batterie (0 % – 100 %) restante (pour chaque système alimenté par une batterie),

- c) Le ou les wattmètres de puissance assignée maximale (0 % à 100 % ou KW) ou le ou les courants continus de la batterie (A). On doit tenir compte de l'extension de la gamme de l'affichage de ces instruments pour indiquer le courant ou la puissance maximal(e) de sécurité autorisé(e) dans les conditions de surcharge temporaire,
- d) Les alarmes système,
Par exemple pour:
- température élevée du moteur de propulsion,
 - température élevée du compartiment des batteries (pour les systèmes à propulsion électrique alimentés par batterie),
 - faible état de charge (pour les systèmes alimentés par batterie),
 - faible résistance d'isolement (IR, *insulation resistance*) (pour les réseaux à courant continu complètement isolés),
 - défaut unique à la terre (pour les réseaux à courant alternatif de type IT).
- e) Les alarmes de déclenchement de défaut.
Par exemple:
- déclenchement de la surcharge du système du moteur de propulsion,
 - déclenchement de la température élevée du moteur et/ou du convertisseur,
 - déclenchement de l'IR très faible (pour les réseaux à courant continu complètement isolés),
 - déclenchement du deuxième défaut à la terre (pour les réseaux à courant alternatif de type IT).

Lorsqu'un panneau de commande de propulsion indépendant est installé, lequel prévoit une alarme système et des indications de déclenchement, une alarme système commune et un indicateur d'alarme de déclenchement de défaut peuvent être fournis au poste de conduite / commande.

Pour les petits navires de 24 m à 50 m de long, on doit faire référence à l'Annexe A de l'IEC 60092-501:2013 en ce qui concerne la protection et les alarmes qui peuvent s'appliquer davantage aux systèmes à propulsion électrique des petits navires remplissant ces critères de longueur.

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 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.

4.15 Alimentation des feux de navigation

Il est nécessaire que tous les navires de haute mer de chaque type soient conformes aux exigences COLREG de l'OMI "Règlement international de 1972 pour prévenir les abordages en mer (COLREG)". La construction et l'installation des feux de navigation doivent satisfaire aux exigences de l'autorité concernée.

Chacun des feux de navigation, le cas échéant, doit être connecté 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.

4.16 Luminaires

Les luminaires doivent être conformes aux exigences applicables de l'IEC 60092-306.

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

4.17 Appareils électriques de chauffage et de cuisson

Les appareils électriques de chauffage et de cuisson doivent être conformes aux exigences applicables de l'IEC 60092-307.

4.18 Compas magnétiques

Les conducteurs et les matériels doivent être situés à une distance telle des compas ou doivent 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 en courant continu

Les réseaux de distribution en courant continu doivent être soit:

- a) des réseaux à courant continu à deux fils complètement isolés, or
- b) des réseaux à courant continu 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
 - monophasés, deux conducteurs isolés;
 - monophasés, deux conducteurs avec neutre à la terre;
 - monophasés, deux conducteurs avec point milieu mis à la terre pour l'éclairage et les socles de prise de courant;
 - monophasés, trois conducteurs avec conducteur milieu mis à la terre, mais sans retour par la coque;
- b) réseaux triphasés
 - trois conducteurs isolés (IT);
 - quatre conducteurs avec neutre à la terre (type TN-C) mais sans retour par la coque;
 - 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 mis 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 mis 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 mis 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 assignées 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 Mise à la terre des parties non alimentées

La mise à la terre et la liaison à la terre des parties non alimentées d'un réseau électrique sont destinées à réduire le danger de choc pour le personnel et à réduire au maximum les dommages matériels 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. (Voir aussi l'Article 11)

Pour les réseaux à courant alternatif 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 et de liaison 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 nécessite d'être équipé de conducteurs de protection (qui peuvent être séparés du conducteur de neutre (TN-S) ou non séparés du conducteur de neutre (TN-C)).

Les parties conductrices accessibles des machines et matériels électriques, qui ne sont pas sous tension, doivent être reliées à la terre, sauf si la machine ou le matériel:

- a) est alimenté(e) sous tension continue ou alternative de sécurité, ou;
- b) est alimenté(e) sous une tension ne dépassant pas 230 V en courant alternatif, valeur nominale par un transformateur de sécurité n'alimentant qu'un seul dispositif consommateur, ou;
- c) est construit(e) conformément au principe de double isolation (voir 6.5).

5.2.4 Conducteur de protection dans les réseaux à courant alternatif

Le ou les conducteurs de protection à courant alternatif doivent être équipés d'une connexion terminale vers la coque d'un navire à coque métallique ou, si le navire n'a pas de coque métallique, une connexion terminale depuis la borne de terre principale vers la plaque de mise à la terre externe principale (voir 11.3) du navire. Dans les installations de plus grande taille, un jeu de barres de conducteur de terre principal peut être utilisé 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 liaison à la terre séparés.

Chaque conducteur de liaison à la 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.

Un conducteur de liaison à la terre peut être isolé et 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 Équilibre 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 divisionnaires aussi bien qu'au niveau du tableau général.

5.5 Dispositions des connexions par le quai

5.5.1 Généralités

Lorsqu'un navire nécessite une alimentation en courant alternatif par le quai, il doit:

- a) soit avoir un câble souple fixé à demeure qui est équipé d'une fiche compatible avec le socle de prise de courant d'alimentation par le quai,
- b) soit utiliser un câble amovible équipé comme suit:
 - du côté quai, d'une fiche compatible avec le socle de prise de courant d'alimentation par le quai,
 - du côté navire, d'une prise mobile de navire compatible avec le socle de connecteur de navire.

Voir Figure 1.

Le neutre de courant alternatif du navire doit être prévu pour être seulement mis 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 5.5.4).

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 de prise de courant 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 navires (ISO 10240) et des détails de l'information à inclure à l'emplacement du dispositif d'alimentation coté quai conformément à l'IEC 60364-7-709.

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

- a) une fiche conforme à l'IEC 60309-1 ou à l'IEC 60309-2 lorsque l'interchangeabilité est requise pour la connexion au socle de prise de courant d'alimentation par le quai;
- b) un câble souple, de type 245 selon l'IEC 60245-4 ou un équivalent, qui est soit connecté en permanence au navire, soit connecté à une prise mobile de navire conforme à l'IEC 60309-1, ou à l'IEC 60309-2, pour raccordement à un socle de connecteur de navire à bord du navire.

Pour les navires qui sont équipés d'une production de courant alternatif alimentant les réseaux embarqués, un commutateur à verrouillage doit empêcher toute connexion parallèle entre l'alimentation par le quai et l'alimentation embarquée. Ce commutateur doit présenter une isolation appropriée et doit inclure toutes les phases et le neutre. Le commutateur du

navire doit être équipé d'un indicateur destiné à montrer à quel moment l'alimentation par le quai est sous tension.

5.5.3 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 les connexions triphasées.

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

5.5.4 Isolation galvanique fournie par un transformateur de sécurité

Un transformateur de sécurité peut être adapté entre le socle de connecteur de quai et le réseau de distribution d'électricité à bord d'un navire de plaisance ou d'un petit navire pour fournir un moyen d'isolation galvanique. Une telle installation incorporant un transformateur de sécurité doit se conformer aux dispositions suivantes.

- a) Être généralement de conception, construction et installation conformes à la série IEC 61558. En particulier, le transformateur de sécurité utilisé à des fins d'isolation galvanique doit se conformer à l'IEC 61558-2-4:2009. Le paragraphe 19.1.1 de l'IEC 61558-2-4:2009 pour les transformateurs de classe 1 qui ne sont pas destinés à être raccordés à l'alimentation principale par une fiche spécifie que l'isolation entre les enroulements primaires et le corps raccordé à la terre (c'est-à-dire la terre d'alimentation par le quai au moyen du conducteur de protection dans le câble d'alimentation par le quai) doit être constituée d'au moins une isolation principale dont la valeur assignée est dimensionnée pour la tension d'entrée. L'isolation entre les enroulements secondaires et le corps raccordé à la terre est spécifiée comme étant constituée d'au moins une isolation principale (dont la valeur assignée est dimensionnée pour la tension de sortie).

Lorsqu'il y a des transformateurs de sécurité avec des parties conductrices intermédiaires (le noyau de fer, par exemple) qui ne sont pas raccordées au corps et qui sont situées entre les enroulements d'entrée et de sortie, 19.1.1 de l'IEC 61558-2-4:2009 s'applique, spécifiant que l'isolation des enroulements d'entrée et de sortie est constituée d'une isolation double ou renforcée (dont la valeur assignée est dimensionnée pour la tension de service). Les paragraphes 19.1.2 et 19.1.3 de l'IEC 61558-2-4:2009 fournissent des solutions de remplacement acceptables lorsque le corps n'est pas raccordé à la terre de l'alimentation par le quai au moyen du conducteur de protection du câble d'alimentation par le quai.

- b) Un DDR ayant un courant de fonctionnement résiduel assigné $I_{\Delta n}$ ne dépassant pas 30 mA et une durée de fonctionnement ne dépassant pas 40 ms à un courant de fonctionnement résiduel de $5 I_{\Delta n}$ doit être installé dans chaque circuit pour les socles de prise de courant alimentés par les enroulements de sortie du transformateur de sécurité ou un DDR global du même type doit être installé conformément à la recommandation en 6.2.
- c) L'impédance du transformateur de sécurité doit être prise en compte lors de l'établissement des impédances de boucle de défaut de terre requises dans l'installation électrique à courant alternatif basse tension du petit navire lorsqu'il est raccordé à l'alimentation par le quai.

5.5.5 Isolation galvanique fournie par un isolateur galvanique à diodes

Un isolateur galvanique à diodes peut être adapté dans le circuit de conducteur de protection entre la borne de terre de protection d'un petit navire et la borne de conducteur de protection du socle de connecteur de navire à bord d'un petit navire.

Lorsqu'il est installé, un isolateur galvanique à diodes doit se conformer à chacune des dispositions suivantes:

- a) Être conçu et installé d'une manière faisant qu'il ne doit pas y avoir d'effet défavorable significatif sur l'impédance de boucle de défaut de terre dû à l'installation d'un isolateur galvanique à diodes dans le circuit du conducteur de protection entre le petit navire et l'alimentation par le quai et que le fonctionnement correct de l'OCB¹ (disjoncteur de surintensité) et du DDR inclus dans les dispositions de l'alimentation par le quai conformes à l'IEC 60364-7-709 ne doit pas être entravé lorsqu'un défaut à la terre se produit dans une installation électrique à courant alternatif basse tension d'un petit navire. Les isolateurs galvaniques à diodes doivent également se conformer aux essais de type ou approbations de type selon les normes ou règles nationales applicables relatives aux petits navires qui se raccordent à l'alimentation par le quai à courant alternatif basse tension dans ces juridictions;
- b) La différence de potentiel maximale à travers l'isolateur galvanique dans le circuit de terre de protection ne doit pas dépasser 1,5 V en valeur efficace pour un défaut à la terre dans l'installation électrique à courant alternatif basse tension d'un petit navire;
- c) Un isolateur galvanique à diodes doit être capable de conduire une énergie limitée (I^2t) de l'OCB incorporée dans l'alimentation par le quai sans détriments. Si le dispositif à isolateur galvanique est soumis à une énergie limitée ou à une pointe d'énergie induite en excès par rapport à cette valeur, les diodes doivent fondre à un état de basse résistance résiduelle de moins de 0,1 Ω ou bien doivent être capables de supporter l'énergie maximale I^2t autorisée par la température limite admissible du circuit du conducteur de protection de circuit comportant le câble d'alimentation par le quai;
- d) Un isolateur galvanique à diodes doit être capable de conduire 1,5 fois le courant de circuit assigné sans détriments de façon indéfinie (nominalement 24 A en valeur efficace pour une alimentation monophasée ou triphasée assignée de 16 A et 48 A en valeur efficace pour une alimentation monophasée ou triphasée de 32 A). La température maximale pour toute enveloppe/tout boîtier au courant assigné ne doit pas dépasser 80 °C pour les entités métalliques ou 90 °C pour les entités non métalliques, à une température ambiante de 35 °C;
- e) Un isolateur galvanique à diodes doit avoir un degré de protection IP55 s'il est à installer sans le moindre moyen de protection dans une salle de machines ou IP20 s'il est à installer dans une enveloppe appropriée dans une salle de machines ou dans un espace de navigation ou de vie clos.
- f) En cas de panne de l'isolateur galvanique, la continuité de fonctionnement du conducteur de protection doit être maintenue.

6 Protection contre les chocs électriques dans les réseaux à courant alternatif et à courant continu dont la tension dépasse la tension de sécurité

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 ou être complètement recouvertes d'une isolation principale qui ne peut être retirée que par destruction.

Les surfaces horizontales supérieures des barrières ou des enveloppes qui sont facilement accessibles doivent être protégées avec un degré de protection d'au moins IPXXD ou IP4X.

Toutes les parties conductrices accessibles qui ne sont pas sous tension doivent être reliées à la terre soit par le conducteur de protection (en courant alternatif), soit par une connexion directe à 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.

¹ Overcurrent breaker en anglais.

Pour les réseaux à courant alternatif, un dispositif de protection à courant résiduel fournit un degré de protection personnelle important dans la plupart des circonstances aux emplacements où le risque de contact accidentel est accru. À bord des navires ayant des installations électriques à courant alternatif monophasé relativement petites qui sont alimentées par intermittence par une alimentation par le quai, un DDR unique protégeant l'ensemble du réseau à courant alternatif du navire doit être installé ou ces socles de prise de courant d'alimentation des circuits doivent être fournis avec un DDR. 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 ait un courant de fonctionnement résiduel assigné inférieur ou égal à 30 mA et une durée de fonctionnement ne dépassant pas 40 ms à un courant résiduel de 150 mA.

6.3 Réseau alternatif avec neutre mis à la terre (réseau de type TN)

Dans les réseaux avec neutre mis 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 mis à la terre du réseau du navire par un ou des conducteurs de protection.

Dans les réseaux avec neutre mis à la terre, les dispositions de protection pour les circuits terminaux 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, et
- 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 alternatif sans neutre mis 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 conducteurs de phase du navire sont isolés 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.

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, et
- 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 l'IEC 61140 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 dans les réseaux à courant alternatif et à courant continu

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 IEC 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 avec la section la plus faible du circuit protégé.

7.2 Caractéristiques des dispositifs de protection

Les caractéristiques de fonctionnement d'un dispositif de protection d'un câble contre les surcharges doivent satisfaire aux deux conditions ci-dessous.

Chaque dispositif de protection, pour les installations à courant alternatif ou à courant continu, doit être choisi avec les conditions suivantes:

- a) la valeur de réglage de son courant ou de son courant assigné (I_n) n'est pas inférieure au courant d'emploi (I_b) du circuit;
- b) la valeur de réglage de son courant ou de son courant assigné (I_n) n'est pas supérieure au courant admissible le plus faible (I_z) de tout conducteur du circuit;
- c) le courant (I_2) causant le fonctionnement efficace ne dépasse pas 1,45 fois le courant admissible le plus faible (I_z) de tout conducteur du circuit;
- d) le pouvoir de coupure et de fermeture doit être conforme au moins au courant en court-circuit présumé maximal ou au courant présumé de défaut à la terre maximal au point auquel le dispositif est installé. Cependant si le pouvoir de coupure ou de fermeture en court-circuit du dispositif est inférieur au courant en court-circuit présumé maximal ou au courant présumé de défaut à la terre maximal, il doit être aidé par un fusible ou un disjoncteur conforme à 6.1.3 et 6.2 de l'IEC 60092-202:1994/AMD 1:1996.

Pour les dispositifs de protection réglables, le courant assigné (I_n) doit être la valeur de réglage de son courant choisie.

7.3 Source de batterie à courant continu

7.3.1 Protection contre les surintensités du circuit principal provenant des batteries

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 le long de la longueur du câble à partir 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.

Cependant, l'exigence d'un interrupteur-sectionneur de batterie doit être prise en compte (voir 4.9.2). Si un disjoncteur est installé, lequel est fourni avec des moyens de verrouillage manuel, ce dispositif peut être utilisé comme moyen d'isolation.

7.3.2 Batteries sans protection contre les surintensités de sortie

Lorsque les conducteurs venant des batteries ne sont pas protégés contre les courts-circuits et les surcharges, ils doivent être 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 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 l'IEC 60947-2 ou à l'IEC 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 supérieure ou égale au courant calculé de court-circuit au point où le dispositif est installé. Le temps de coupure maximal doit être conforme au Tableau 9.

Tableau 9 – Temps de coupure maximal recommandé pour les dispositifs de protection

Tension assignée	50 V < U_0/U ≤ 90 V		90 V < U_0/U ≤ 230 V		230 V < U_0/U ≤ 400 V		U_0/U > 400 V	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
Réseau à courant alternatif ou à courant continu								
Temps de coupure: réseaux de type TN, IT ou TT ou réseaux à courant continu	0,8 s	5 s	0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
Temps de coupure: réseau de type TT (lorsque connecté à une alimentation par le quai)	0,3 s		0,2 s		0,07 s		0,04 s	

7.5 Génératrices

7.5.1 Petites génératrices dans les réseaux à courant continu

Les conducteurs positifs des circuits de sortie des alternateurs à autolimitation 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

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 s 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 assignée 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 électrique

Les moteurs électriques 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.

7.8 Convertisseurs électroniques de puissance

Les circuits alimentés par des convertisseurs électroniques de puissance (courant alternatif /courant continu, courant continu/courant alternatif, courant continu/courant continu) doivent être protégés contre le courant de surcharge à moins que le convertisseur de puissance soit équipé d'une protection interne de surcharge.

8 Facteur de diversité

8.1 Circuits autres que les circuits terminaux

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

Si des circuits de réserve sont placés dans un tableau divisionnaire ou de distribution, on doit prévoir l'addition d'une charge supplémentaire à la charge totale connectée, avant d'appliquer un quelconque facteur de diversité. Cela doit être calculé en se fondant sur le fait que chaque circuit de réserve nécessite au moins la puissance moyenne sur chacun des circuits actifs assignés correspondants.

8.2 Application des facteurs de diversité

Un facteur de diversité 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 diversité 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 données dans le Tableau 1.

9 Câbles

9.1 Sélection des câbles

9.1.1 Câbles pour les réseaux à courant continu

Les câbles pour les réseaux à courant continu doivent être conformes à l'IEC 60092-350.

9.1.2 Câbles pour les réseaux à courant alternatif

Les câbles pour réseaux à courant alternatif doivent avoir une tension assignée minimale comme suit:

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

Les câbles doivent être conformes à l'IEC 60092-350 et être installés conformément à l'IEC 60092-401.

9.1.3 Conducteurs

Les conducteurs utilisés dans les câbles installés dans le navire doivent être conformes à l'IEC 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 une gaine étanche.

Les gaines en polychlorure de vinyle (PVC), polyéthylène à sulfate de chlorure (CSP) et polychloroprène (PCP) sont considérées comme étant étanches dans ce contexte, bien que non appropriées 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 convient 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 l'IEC 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 l'IEC 60332-3-22.

9.2 Détermination des sections des conducteurs

9.2.1 Exigences générales

Le courant assigné 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 diversité des circuits, machines, etc., alimentés par le câble.

9.2.2 Réseau 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.

La section du ou des conducteurs 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.

9.2.3 Réseau à courant alternatif

Pour les réseaux à courant alternatif, les sections des conducteurs doivent être déterminées de manière à ce que la chute de tension entre les jeux de barres du tableau général de distribution ou du tableau de secours et un point quelconque de l'installation ne dépasse pas 6 % de la tension nominale dans les conditions normales de service.

Les valeurs de chute de tension s'appliquent dans les conditions stables normales. Pour des conditions particulières de courte durée telles que le démarrage de moteurs, des chutes de tension plus élevées peuvent être admises si les autres matériels de l'installation peuvent supporter les effets de telles chutes de tension.

9.2.4 Conducteur de protection dans les réseaux à courant alternatif

9.2.4.1 Câbles multiconducteurs

Pour un conducteur de protection incorporé dans un câble multiconducteur fixe, la section doit correspondre à ce qui suit:

- a) être une section égale à celle des conducteurs principaux si cette section est inférieure ou égale à 16 mm², avec un minimum de 1,5 mm²;
- b) être une section non inférieure à 50 % de celle des conducteurs principaux si cette dernière est supérieure à 16 mm², avec un minimum de 16 mm².

9.2.4.2 Câbles monoconducteurs

Pour un conducteur de protection constitué par un câble monoconducteur, la section doit correspondre à ce qui suit:

- a) être une section égale à celle du conducteur actif si cette section est inférieure ou égale à 16 mm²;
- b) être une section non inférieure à 50 % de celle du conducteur actif si cette dernière est supérieure à 16 mm², avec un minimum de 16 mm².

9.2.5 Caractéristiques assignées de courant en service permanent (courant alternatif et courant continu)

Les caractéristiques assignées de courant recommandées pour des câbles monoconducteurs en service permanent avec divers matériaux isolants sont données dans le Tableau 11. Ces caractéristiques assignées de courant sont applicables à tous les matériaux normaux de gainage et aux câbles armés et non armés.

Les intensités assignées I , en ampères, ont été calculées pour chaque section nominale, S en millimètres carrés (mm²), avec la formule suivante :

$$I = \alpha \times S^{0,625}$$

où α est le coefficient relatif à la température de service maximale admissible du conducteur comme suit:

Tableau 10 – Valeurs de α utilisées dans le calcul des caractéristiques assignées de courant

Température maximale admissible du conducteur			60 °C	75 °C	80 °C	85 °C	95 °C
Valeur de α	Pour section nominale	$S \geq 2,5 \text{ mm}^2$	9,5	13,5	15	16	18
		$S < 2,5 \text{ mm}^2$	8	13	15	16	20

Toutes les valeurs présentées dans le Tableau 11 ont été calculées pour une température ambiante de 45 °C en admettant que la température du conducteur est égale à la température maximale assignée de l'isolation et qu'elle est maintenue, dans le cas de quatre câbles groupés et installés à l'air libre.

Pour les câbles à deux, trois ou quatre conducteurs, il convient que les caractéristiques assignées recommandées pour le courant données dans le Tableau 11 soient multipliées par les facteurs de correction suivants:

- a) 0,85 pour les câbles à deux conducteurs;
- b) 0,70 pour les câbles à trois ou quatre conducteurs.

Tableau 11 – Caractéristiques assignées recommandées de courant en service permanent pour des câbles monoconducteurs (température ambiante de 45 °C)

Section nominale de conducteur S	Isolation du câble			
	PVC classique	PVC résistant à la chaleur	EPR et XLPE	Caoutchouc silicone et isolation minérale
	Température de service maximale admissible du conducteur			
	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	-

9.2.6 Facteurs de correction pour différentes températures ambiantes

La température ambiante de 45 °C pour laquelle les caractéristiques assignées de courant du Tableau 11 ont été calculées est considérée comme une valeur normale de température de l'air ambiant, généralement applicable pour tout type de navire et pour la navigation en tout type de climat.

S'il est présumé que la température de l'air autour des câbles est supérieure à 45 °C, il convient que les caractéristiques assignées de courant du Tableau 11 soient réduites en utilisant les facteurs de correction donnés dans le Tableau 12.

Tableau 12 – Facteurs de correction pour diverses températures de l'air ambiant

Température maximale du conducteur °C	Facteurs de correction										
	Température de l'air ambiant °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 Facteurs de correction pour groupements de câbles

Les valeurs assignées du courant données dans le Tableau 11 (et celles qui en sont déduites) peuvent être utilisées sans autre facteur de correction lorsque jusqu'à six câbles sont regroupés.

Cependant, un facteur de correction de 0,85 doit être appliqué si jusqu'à six câbles sont regroupés sur des tablettes, dans des conduits, des fourreaux ou des goulottes et ces câbles sont à la fois:

- censés fonctionner simultanément à leur pleine capacité assignée, et
- sont posés ensemble les uns près des autres de manière à empêcher l'air de circuler librement autour d'eux.

9.2.8 Facteurs de correction en fonctionnement non permanent

Si un câble est destiné à alimenter un moteur ou un matériel fonctionnant par périodes inférieures ou égales à 1 h, le courant assigné donné dans le Tableau 11 peut être augmenté en utilisant le facteur de correction donné dans le Tableau 13.

Tableau 13 – Facteurs de correction pour une utilisation d'une demi-heure et d'une heure

Section nominale mm ²	Utilisation d'une demi-heure	Utilisation d'une heure
1 à 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 Connexion de câbles en parallèle

Les câbles dont les conducteurs ont une section inférieure à 10 mm² ne doivent pas être connectés en parallèle.

NOTE 1 Le courant admissible des câbles connectés en parallèle est la somme des caractéristiques assignées de courant de tous les conducteurs en parallèle, sous réserve que les câbles aient des impédances, des sections et des températures de conducteurs assignées égales.

NOTE 2 Pour les précautions à prendre en vue de l'utilisation des câbles monoconducteurs à courant alternatif, voir l'Article 45 de l'IEC 60092-401:1980.

10 Installation des câbles, terminaisons des conducteurs et identification des conducteurs

10.1 Cheminements de câble

Les câbles doivent être installés de façon à être protégés des risques et des dommages prévisibles conformément à l'IEC 60092-401.

Les cheminements de câble doivent être aussi courts et directs que possible, bien supportés et protégés et doivent être conçus pour éviter les zones à risque d'incendie et celles où existe un risque de choc mécanique. La protection au feu et l'étanchéité à l'eau ou aux gaz des ponts et cloisons ne doivent pas être compromises par la pénétration des câbles.

Les câbles doivent être placés à l'écart des tuyaux d'évacuation et des autres sources de chaleur qui peuvent endommager le revêtement de protection ou l'isolation. L'espace minimal entre les câbles, à partir des sources de chaleur du moteur, et les unités d'évacuation à refroidissement par eau est de 50 mm; dans le cas d'unités d'évacuation à sec, il est de 250 mm.

Les câbles doivent être placés au-dessus des niveaux prévus de l'eau dans la cale et dans les autres zones où de l'eau peut s'accumuler ou à au moins 25 mm au-dessus du niveau auquel la pompe de cale automatique se déclenche. Les connexions des câbles doivent répondre au degré de protection donné au Tableau 5. Toutefois, si les câbles doivent être placés dans la zone de cale, le câble, les protections et les connexions doivent être conformes au degré IP 67, conformément à l'IEC 60529, au minimum et il ne doit y avoir aucune connexion faite en dessous du niveau d'eau prévisible.

Les matériaux utilisés pour les presse-étoupes et les traversées doivent résister à la corrosion et ne doivent pas endommager les câbles ou la structure du navire.

Le rayon de courbure doit être conforme à l'IEC 60092-352.

10.2 Support et protection des câbles

Les câbles qui peuvent être exposés à des dommages physiques doivent être protégés par des gaines ou installés dans des conduits, des fourreaux ou des goulottes ou d'autres moyens équivalents. Les câbles qui traversent des cloisons ou des éléments des structures doivent être protégés contre les dommages des frottements sur les gaines.

Les câbles qui ne sont pas sous gaine ne doivent pas être accessibles et doivent être placés sur toute leur longueur sur des tablettes, dans des conduits, des fourreaux, des goulottes ou d'autres moyens équivalents ou sur des supports individuels avec des intervalles de 300 mm au maximum. D'autres câbles sous gaine doivent être placés à des intervalles de 450 mm au maximum.

Pour la résistance mécanique, chaque câble monoconducteur d'une longueur supérieure à 300 mm installé séparément doit avoir une section de conducteur d'au moins 1 mm².

Les câbles monoconducteurs sous gaine partant des bornes des batteries vers l'interrupteur-sectionneur de batterie doivent être placés à des intervalles de 300 mm au maximum, le premier support étant situé à au plus 1 m des bornes des batteries sur toute la longueur des câbles.

À l'exception des câbles souples pour les appareils portables et des câbles qui sont installés dans les conduits, les fourreaux ou les goulottes ou dans des dispositifs équivalents, les câbles et les conducteurs doivent être fixés au moyen de colliers ou de brides en matériau retardateur de flamme adapté et ils doivent présenter une surface suffisante d'une forme telle que les câbles ou les conducteurs restent positionnés sans que leurs revêtements soient endommagés.

10.3 Séparation physique des circuits

Des câbles séparés physiquement doivent être utilisés pour tous les circuits nécessitant une protection individuelle contre les surintensités et les courts-circuits, à l'exception des circuits mentionnés ci-après:

- a) les circuits de commande non connectés au circuit principal (par exemple pour un moteur électrique) peuvent être disposés dans le même câble que le circuit principal si les circuits de commande principal et secondaire sont contrôlés par le même isolateur commun;
- b) les circuits non essentiels de tension inférieure ou égale à la très basse tension de sécurité telle qu'elle est définie en 3.1 peuvent être disposés par le même câble.

S'il est nécessaire de regrouper dans un même support, presse-étoupe, conduit, fourreau ou goulotte, des câbles ayant des matériaux d'isolation différents avec une température du conducteur maximale assignée différente, la taille de ces câbles doit être suffisante pour assurer qu'aucun câble ne peut dépasser sa température assignée.

10.4 Séparation des câblages en courant continu et en courant alternatif

Un circuit en courant continu ne doit pas suivre le même cheminement qu'un circuit en courant alternatif sauf si une des méthodes de séparation suivantes est utilisée.

- a) Pour un câble ou un cordon multiconducteurs conduisant les circuits en courant alternatif et en courant continu, les fils du circuit en courant continu sont séparés des fils du circuit en courant alternatif par un écran métallique mis à la terre de courant admissible équivalent à celui du fil le plus important de chaque circuit.
- b) Des câbles sont isolés pour leur tension réseau et sont installés dans des compartiments séparés d'un conduit, de fourreaux, de goulottes ou d'autres moyens équivalents.
- c) Des câbles et des conducteurs sont installés sur une tablette ou une échelle lorsqu'une cloison assure la séparation physique.

- d) Des conduits, des fourreaux, des goulottes ou autres systèmes de cheminement équivalents séparés physiquement sont utilisés pour les réseaux à courant continu et à courant alternatif.
- e) Des câbles à courant continu et à courant alternatif sont fixés directement sur une surface et sont séparés par au moins 100 mm.

10.5 Instruments, commandes, aides à la navigation, données et câbles de communications

Les câbles pour instruments, commandes, aides à la navigation, données et communications doivent être choisis parmi ceux recommandés par le fabricant des équipements, et doivent être placés de telle sorte que tout couplage ou toute interférence électromagnétique avec d'autres instruments, commandes, aides à la navigation, données et circuits de communication électriques est réduit de façon à ce que les systèmes fonctionnent de manière satisfaisante dans toutes les conditions fonctionnelles prévues à la conception.

Les tableaux de bornes sur les équipements de commande contenus dans les enveloppes, et les dispositifs de connexions au niveau des transducteurs, instruments et capteurs, modules électroniques et matériels électriques et électroniques doivent être disposés de sorte qu'il y ait suffisamment d'espace disponible pour permettre de raccorder les câbles de façon satisfaisante à chaque extrémité, de préférence avec chaque conducteur sur sa propre borne. Toutes les bornes doivent être clairement identifiées.

Sauf spécification contraire par le fabricant de l'équipement concerné, les écrans de câbles multiconducteurs, les écrans paires individuels, les écrans de câbles coaxiaux, etc., doivent être reliés à un dispositif de terre de l'instrument (borne, boîte à bornes ou jeu de barres) uniquement à l'extrémité de réception de chaque circuit (par exemple, à un poste de commande ou un coffret d'appareils) qui doit être relié à la terre principale du réseau ou à la terre de l'équipement de communication lorsqu'il est monté de façon appropriée.

Lorsqu'il est nécessaire que des circuits électriques individuels destinés à contrôler les équipements, modules électroniques, aides à la navigation, transducteurs et capteurs à distance et les équipements de communication soient munis de fusibles ou autrement protégés contre les défauts / surintensités, chaque fusible/ dispositif de protection doit être clairement identifié avec le type de fusible et la caractéristique assignée de courant, et doit être facilement accessible de préférence depuis un panneau à disjoncteurs pour instruments spécifiques ou un tableau à fusibles.

Les câbles doivent être installés et fixés comme décrit en 10.1 et 10.2 ci-dessus.

10.6 Terminaisons des conducteurs

Les extrémités de tout conducteur doivent être raccordées de manière sûre en intégrant tous les torons du conducteur.

Tous les connecteurs attachés à des connexions par vis ou tiges doivent être équipés de bornes appropriées, c'est-à-dire ne comportant pas de fils nus attachés aux connexions à vis ou aux tiges.

Sauf pour les connexions à l'intérieur des équipements électroniques, la soudure ne doit pas être le seul moyen de connexion mécanique et les flux de soudage contenant des substances acides ou d'autres substances corrosives ne doivent pas être utilisés.

Les bornes à serrage à vis ou sans vis doivent être conformes à l'IEC 60947-7-1. D'autres bornes doivent être du type à anneau ou à cosse à œillet, indépendantes du seul serrage vis/écrou pour le maintien sur la vis ou la tige. Les cosses à œillet doivent être du type à auto verrouillage.

Les cosses serties sans soudure et les connecteurs doivent être fixés avec le type d'outil de sertissage conçu pour la terminaison utilisée.

Les parties accessibles des bornes doivent être protégées contre tout contact direct accidentel en utilisant des barrières et des manchons isolants à l'exception de ceux qui se trouvent dans un système de conducteur de protection (PE).

Les connexions pour les câbles et les jeux de barres doivent être protégées contre le desserrage dû aux vibrations. Les moyens de connexion des conducteurs et de leurs extrémités doivent pouvoir supporter les contraintes thermiques et dynamiques des courts-circuits.

Les dimensions et la conception des culots de câbles et organes de serrage doivent être telles que le courant maximal susceptible de s'écouler dans ces culots de câbles et organes de serrage ne puisse pas entraîner le dépassement de la température de fonctionnement assignée de l'isolation du câble.

Le nombre de câbles aboutissant à un même culot de câbles ou organe de serrage ne doit pas excéder le nombre maximal recommandé par le fabricant d'accessoires.

Les connecteurs des bornes de batterie qui dépendent de la tension d'un ressort pour leur connexion mécanique à la borne ne doivent pas être utilisés.

10.7 Identification des conducteurs

10.7.1 Généralités

Chaque conducteur électrique qui fait partie du réseau électrique doit posséder un moyen pour identifier sa fonction dans le réseau, à l'exception des conducteurs intégrés aux moteurs tels qu'ils sont fournis par leurs fabricants et des conducteurs de liaison à la terre.

L'IEC 60445:2010 identifie les couleurs d'isolation des conducteurs d'un réseau à courant alternatif comme suit:

- a) conducteur de ligne: noir, marron ou gris;
- b) conducteurs de neutre: bleu clair;
- c) conducteurs de protection: vert et jaune.

Une bande de couleur ou un nombre peuvent être ajoutés à l'isolation du conducteur pour son identification dans le réseau.

Les navires équipés à la fois de réseaux à courant continu et à courant alternatif doivent éviter l'utilisation du marron, du blanc ou du bleu clair comme couleur de l'isolation dans le réseau à courant continu.

10.7.2 Conducteurs de liaison à la terre

Tous les conducteurs de liaison à la terre doivent être identifiés par la couleur verte avec une isolation à bande jaune ou peuvent ne pas être isolés. Les conducteurs qui possèdent une isolation verte avec une bande jaune ne doivent pas être utilisés pour des conducteurs actifs.

10.7.3 Couleurs de l'isolation des conducteurs dans les réseaux à courant continu

Tous les conducteurs négatifs à courant continu doivent être identifiés par une isolation noire ou jaune. Si le navire est également équipé d'un réseau électrique pouvant utiliser une isolation de conducteur noire pour les conducteurs de ligne, l'isolation jaune doit être utilisée pour les conducteurs négatifs à courant continu du réseau à courant continu. L'isolation noire ou jaune ne doit pas être utilisée pour les conducteurs positifs à courant continu.

Tous les conducteurs positifs à courant continu doivent être identifiés par une isolation rouge.

Le conducteur de protection doit être identifié par une isolation verte et jaune.

Des moyens d'identification autres que la couleur pour les conducteurs positifs à courant continu sont autorisés avec une identification correcte sur le schéma de câblage du ou des réseaux électriques du navire.

11 Mise à la terre

11.1 Dispositifs de mise à la terre sur les petits navires à coque non métallique

Une connexion de masse principale (borne ou barre) doit être installée sur les conducteurs de protection (à courant alternatif, à courant continu) et les systèmes de liaison à la terre doivent être reliés (réseaux TN-C et TN-S). La connexion de masse principale doit également être utilisée pour se raccorder à un circuit du conducteur de protection de l'alimentation par le quai (si un transformateur de sécurité n'est pas installé à bord du petit navire).

La mise à la terre des équipements radio, des radars et matériels de communication et des circuits doit, si possible, être séparée de la terre principale pour minimiser les interférences éventuelles.

11.2 Dispositifs de mise à la terre sur les petits navires à coque métallique

Les petits navires à coque métallique peuvent utiliser la coque comme terre à laquelle les terres des équipements peuvent être reliées (réseaux de type TT et TI). On doit prévoir une borne de terre sur laquelle le circuit du conducteur de protection de l'alimentation par le quai doit être connecté si un transformateur de sécurité n'est pas installé à bord du petit navire.

11.3 Plaque de terre pour la connexion de masse principale dans un petit navire à coque non métallique

La connexion de masse principale doit être connectée à une plaque de terre.

La plaque de terre à laquelle le conducteur de protection doit être connecté doit être en cuivre ou autre matériau conducteur compatible avec l'eau de mer et sa surface doit être supérieure ou égale à 0,25 m². Elle doit être fixée à l'extérieur de la coque à un emplacement réservé à cet effet et située sous la ligne de flottaison lège afin d'être toujours immergée quelles que soient les conditions d'inclinaison de la coque.

Pour des raisons de sécurité, la plaque de terre de la masse électrique principale et la plaque de terre de tout conducteur de foudre doivent être électriquement reliées ensemble.

11.4 Isolation de la terre des systèmes de commande des moteurs à combustion interne sur les navires à coque métallique

Pour les navires à coque métallique, et particulièrement ceux en alliage d'aluminium, il convient que les systèmes de commande des moteurs à combustion interne soient isolés de la terre des moteurs.

11.5 Mise à la terre des enveloppes pour les matériels électriques

Les enveloppes métalliques pour les matériels électriques et électroniques doivent être connectées à la terre principale du petit navire via les conducteurs de protection ou être connectées à la coque d'un navire en acier ou bien le matériel électrique sous enveloppe peut être construit en appliquant le principe de double isolation.

Chaque conducteur de liaison à la terre doit être en cuivre ou en un autre matériau résistant à la corrosion et doit être fixé de manière sûre et protégés contre les dommages et contre la corrosion galvanique.

La section nominale de chaque conducteur de liaison à la terre ne doit pas être inférieure à la moitié de la section du conducteur actif allant vers le matériel électrique sous enveloppe, mais avec un minimum de 2,5 mm².

Les parties conductrices accessibles hors tension qui sont adjacentes aux matériels électriques qui pourraient devenir actives par inadvertance doivent être reliées à la terre soit directement soit par des conducteurs de liaison à la terre supplémentaires vers le conducteur de protection du matériel électrique ou de son enveloppe ou directement vers la coque dans le cas d'un navire en acier.

Les métaux utilisés pour les collecteurs de terre ou les bornes de terre, les écrous et les rondelles doivent résister à la corrosion et être galvaniquement compatibles avec le conducteur et la borne. De l'aluminium et de l'acier non plaqué ne doivent pas être utilisés pour les collecteurs, les écrous et les rondelles des circuits électriques. Quatre conducteurs au maximum doivent être reliés à une même borne de terre.

12 Protection contre la foudre

12.1 Conducteurs de protection contre la foudre

Les conducteurs de protection contre la foudre doivent être en cuivre (bande ou câblés) et ils doivent avoir une section minimale de 70 mm². Ils doivent être fixés sur une pointe en cuivre d'un diamètre d'au moins 12 mm, dépassant d'au moins 300 mm au-dessus du sommet du mât. L'extrémité inférieure du conducteur doit être mise à la terre.

12.2 Installation

Les conducteurs de foudre doivent être installés à l'extérieur du navire. Il convient qu'ils cheminent de la manière la plus droite possible, en évitant des coudes accentués. Seules des connexions à écrous, à rivets ou soudées doivent être utilisées.

12.3 Mise à la terre des conducteurs de foudre

Dans le cas d'une coque métallique, l'extrémité inférieure du conducteur de foudre doit être reliée à la coque.

Dans le cas d'une coque non métallique, l'extrémité inférieure des conducteurs de foudre doit être connectée à une plaque de terre réalisée en cuivre ou dans tout autre matériau conducteur compatible avec l'eau de mer, d'une surface au moins égale à 0,25 m² réservée à cet usage, en dehors de la coque, et fixée sous la ligne de flottaison lège de manière à être immergée dans toutes les conditions d'inclinaison. La plaque de terre du conducteur de foudre doit être additionnelle à et séparée de la plaque de terre utilisée pour la mise à la terre du système d'alimentation ou des systèmes de liaison à la terre. Pour des raisons de sécurité, la plaque de terre de la masse électrique principale et la plaque de terre de tout conducteur de foudre doivent être électriquement reliées ensemble.

13 Essais

13.1 Généralités

Après l'achèvement de l'installation et avant l'agrément du navire, l'installation électrique complète doit être soumise à des essais. De tels essais sont destinés à indiquer l'état général de l'installation lors de l'achèvement; toutefois, des essais satisfaisants ne signifient pas nécessairement que l'installation est satisfaisante à tous points de vue.

13.2 Mise à la terre

Des essais doivent être réalisés pour vérifier que tous les conducteurs de protection et toutes les liaisons sont connectés au bâti et à la coque ou à la plaque de mise à la terre et que les contacts de terre dans des socles de prise de courant ont été connectés à la terre. La valeur maximale de la résistance à la terre doit être de 1,0 Ω .

13.3 Résistance d'isolement

13.3.1 Généralités

Il est recommandé de mesurer la résistance d'isolement par des appareils autonomes tels que les ohmmètres à lecture directe de type générateur, fonctionnant sous une tension d'au moins 500 V. Il convient que la tension d'essai des réseaux assignés inférieurs à 230 V soit limitée à deux fois la tension assignée du matériel en essai. La résistance d'isolement doit être enregistrée avec la température ambiante et l'humidité relative au moment de l'essai.

Il convient de prendre soin de l'équipement électronique et de s'assurer qu'aucun dommage n'est subi en raison de l'application des tensions d'essai.

13.3.2 Tableaux, coffrets et armoires de distribution

Avant la mise en service des tableaux ou coffrets et des armoires de distribution, leur résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 1 M Ω mesurée entre toute barre et la terre et entre une barre isolée et toute autre barre connectée à un autre pôle ou à des pôles. La résistance d'isolement doit être enregistrée avec la température ambiante et l'humidité relative au moment de l'essai.

Cet essai doit être effectué avec tous les disjoncteurs et les interrupteurs ouverts ainsi que tous les éléments de remplacement (du fusible) des lampes pilotes, les lampes indicatrices de défaut de terre, les voltmètres, etc. mis hors circuit, et les bobines de tension débranchées temporairement.

13.3.3 Circuits de puissance et d'éclairage

Un essai de résistance d'isolement entre tous les pôles isolés et la terre et, si possible, entre pôles, doit être effectué sur tout circuit permanent. Une valeur minimale de 1 M Ω doit être obtenue. La résistance d'isolement doit être enregistrée avec la température ambiante et l'humidité relative au moment de l'essai.

13.3.4 Génératrices et moteurs

La résistance d'isolement des génératrices et des moteurs doit être mesurée dans les conditions de température de fonctionnement immédiatement après un fonctionnement dans des conditions normales de charge. Le détecteur de température intégré éventuel de la machine est connecté à la terre pendant l'essai. Une valeur minimale de 1 M Ω doit être obtenue. Les résultats obtenus dépendent non seulement des caractéristiques des matériaux isolants et de la méthode d'application, mais aussi de la température ambiante et de l'humidité relative qui doivent être enregistrées au moment de l'essai.

13.3.5 Transformateurs

La résistance d'isolement des transformateurs doit être mesurée à la température de fonctionnement. Une valeur minimale de 1 M Ω doit être obtenue. Les résultats obtenus dépendent non seulement des caractéristiques des matériaux isolants et de la méthode d'application, mais aussi de la température ambiante et de l'humidité relative qui doivent être enregistrées au moment de l'essai.

13.4 Appareillage

Les panneaux ou les coffrets et les armoires de distribution doivent être chargés, autant que possible, sous leur charge normale afin d'assurer qu'aucun échauffement n'apparaisse en raison de connexions en défaut ou de valeurs assignées inappropriées. Les interrupteurs, les disjoncteurs et les commandes doivent fonctionner à pleine charge pour vérifier leur efficacité et pour démontrer que les dispositifs contre les surintensités, les manques de tension, les courants et les puissances inverses fonctionnent correctement électriquement et mécaniquement.

13.5 Chute de tension

Des essais doivent être effectués sur les matériels d'utilisation pour vérifier que la chute de tension spécifiée en 9.2.2 et en 9.2.3 n'est pas dépassée.

13.6 Circuits de communication intérieurs

Les circuits fonctionnant sous une tension au moins égale à 50 V doivent présenter une résistance d'isolement entre deux conducteurs et entre conducteurs et terre d'au moins 1 MΩ.

Les circuits fonctionnant sous une tension inférieure à 50 V doivent présenter une résistance d'isolement au moins égale à 0,3 MΩ.

Si nécessaire, certains ou tous les matériels associés au circuit peuvent être déconnectés lors de l'essai de résistance d'isolement.

13.7 Matériels d'éclairage, de chauffage et de cuisson

Les appareils électriques et les circuits doivent être vérifiés dans des conditions de fonctionnement pour s'assurer qu'ils sont appropriés et satisfaisants.

14 Navires de longueur supérieure à 24 m et jusqu'à 50 m/500 GT

14.1 Généralités

Pour les navires de plus de 24 m jusqu'à 50 m inclus et de tonnage brut de 500 GT, les exigences suivantes sont applicables en complément de celles décrites dans les articles précédents.

14.2 Services essentiels

En plus de la définition indiquée à l'Article 3, des exemples de services essentiels peuvent englober, sans que la liste soit exhaustive:

- a) le matériel de démarrage du moteur;
- b) les systèmes d'extinction d'incendie;
- c) les pompes de cale;
- d) la détection des niveaux de cale;
- e) les systèmes de détection et d'alarme incendie
- f) les feux de navigation, équipement VHF et de navigation;
- g) les souffleries de ventilation.

14.3 Capacité des batteries

Chaque batterie doit avoir une capacité suffisante pour au moins le nombre suivant de tentatives de démarrage du moteur primaire qu'elle alimente en temps normal, chaque tentative ayant une durée minimale de 10 s:

- a) douze (12) démarrages pour chaque moteur de propulsion réversible;
- b) six (6) démarrages pour chaque moteur de propulsion non réversible connecté à un propulseur à pas variable ou autre dispositif permettant le démarrage du moteur de propulsion en conditions à vide;
- c) trois (3) démarrages pour chaque moteur primaire pour les génératrices, les pompes incendie de secours et matériels analogues.

Si les batteries de démarrage sont utilisées pour alimenter d'autres services, la capacité doit être accrue en conséquence.

14.4 Séparation physique des alimentations pour les circuits essentiels

Dans le cas de matériels électriques fournissant des services essentiels pour lesquels au moins deux alimentations sont obligatoires, par exemple la barre, les câbles d'alimentation et les câbles de commande associés doivent cheminer sur des parcours différents, lesquels doivent être, autant que possible, séparés à la fois horizontalement et verticalement.

14.5 Protection SOLAS du chargeur de batteries

Les dispositifs de charge des batteries réservés aux exigences de la SOLAS (Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer) doivent être tels que, lorsque la batterie est complètement déchargée, elle puisse être rechargée à 80 % de sa charge dans les 10 h sans dépasser un taux sûr de charge, et en tenant compte des exigences de service.

14.6 Protection contre les surintensités et le courant de défaut – matériels de sécurité

Les circuits alimentant des matériels de sécurité tels que radio, navigation et aide à la navigation doivent être individuellement protégés contre les courts-circuits par des disjoncteurs ou des fusibles. Ces circuits doivent être clairement identifiés.

14.7 Défauts à la terre dans les circuits essentiels

14.7.1 Réseaux avec neutre mis à la terre (Réseaux du type TN)

L'alimentation des services essentiels qui ne sont pas dupliqués ne doit pas être coupée par un premier défaut à la terre.

14.7.2 Réseau sans neutre mis la terre (réseau du type IT)

Les contrôleurs d'isolement doivent indiquer les défauts à la terre et aider à leur localisation.

14.8 Alimentation des feux de navigation

S'il n'est pas possible de vérifier visuellement, depuis la passerelle, que les feux de navigation fonctionnent, ces feux doivent être équipés d'un indicateur automatique qui donne une alarme sonore et/ou visuelle en cas de défaillance des lampes. Si un signal visuel est utilisé en étant connecté en série aux feux de navigation, des moyens doivent être prévus pour empêcher l'extinction des feux de navigation en cas de défaillance du signal visuel.

Chaque feu de navigation doit être protégé par un dispositif de sectionnement et un fusible dans sa phase ou son pôle isolé ou par un disjoncteur installé sur le panneau de distribution.

Les administrations nationales peuvent exiger la conformité à la Résolution MSC 253(83) de l'OMI (Organisation maritime internationale).

14.9 Matériel de radiocommunication et de navigation

Pour les navires de haute mer, un circuit dédié provenant du panneau principal et une source d'alimentation séparée de secours, par exemple une batterie ou une batterie d'accumulateurs, doivent être prévus pour l'alimentation des matériels de radiocommunication et de navigation.

Pour certains types de navires, une troisième source électrique peut être exigée par une administration nationale (voir SOLAS Chapitre IV pour le matériel de radiocommunication).

14.10 Systèmes de navigation, de commande, d'instrumentation et de communications

Chaque système doit être soumis à des essais poussés pour déterminer sa bonne adaptation et pour vérifier qu'il fonctionne conformément à la spécification. Il convient d'accorder une attention particulière aux essais de l'installation radio du navire et aux systèmes essentiels, par exemple système d'alarme et système de détection incendie.

14.11 Appareils à gouverner électriques et électrohydrauliques

Des moyens pour indiquer que les moteurs des appareils à gouverner électriques et électrohydrauliques sont en fonctionnement doivent être installés sur la passerelle de navigation et à un emplacement convenable de commande de la machine. Une protection contre les courts-circuits et une alarme contre les surcharges doivent être prévues pour les circuits et moteurs électriques et électrohydrauliques des appareils à gouverner. Une protection contre les courants excessifs, y compris le courant de démarrage, le cas échéant, doit être prévue pour au moins deux fois le courant de pleine charge du moteur ou du circuit ainsi protégé et elle doit être disposée pour permettre le passage du courant de démarrage approprié. L'alarme nécessaire doit être à la fois sonore et visuelle.

Annexe A **(informative)**

Dispositifs d'alimentation électrique côté quai

A.1 Connexions à un dispositif d'alimentation électrique côté quai

A.1.1 Généralités

Dans les marinas et emplacements analogues, il convient que les dispositions de l'alimentation côté quai soient conformes à l'IEC 60364-7-709.

A.1.2 Instructions incluses dans un manuel de propriétaire de navire (ISO 10240)

Si un réseau électrique à courant alternatif est installé à bord d'un navire et qu'il est tenu d'être alimenté par le quai, il convient que le manuel du propriétaire donne les instructions de fonctionnement et de maintenance du réseau, y compris un schéma de câblage avec l'identification des conducteurs et ce qui suit.

- 1) Ne pas modifier les réseaux électriques du navire ou les dessins correspondants. Il convient que les opérations d'installation, de modification et de maintenance soient réalisées par un technicien en électricité compétent pour les installations électriques des navires. Contrôler le réseau au moins tous les deux ans.
- 2) Si l'indicateur de polarité inverse est activé, ne pas utiliser le réseau électrique. Corriger le défaut de polarité avant d'activer le réseau électrique du navire.
- 3) Couper les connexions avec l'alimentation par le quai lorsque le réseau n'est pas utilisé.
- 4) Le câble souple de connexion doit être d'une seule longueur, sans aucun signe de dommage et ne doit comporter aucun raccord ni aucun autre moyen destiné à accroître sa longueur. Les fiches des deux extrémités doivent être propres et sèches.
- 5) La pénétration d'humidité et de sel dans le socle de connecteur de navire peut causer un danger. Examiner soigneusement et nettoyer le socle d'entrée avant son raccordement à l'alimentation.
- 6) Utiliser des appareils portables à double isolation lorsque cela est possible.

A.1.3 Informations et instructions pour la connexion d'une alimentation électrique par le quai à un navire

Il est recommandé qu'un exploitant de marina fournisse à tout usager de navire qui désire raccorder son navire à une borne d'alimentation électrique par le quai une copie à jour de la notice d'instructions et en appose aussi une copie à jour bien lisible et protégée contre les intempéries à chaque point d'alimentation électrique par le quai (voir 5.5).

Il convient que la notice d'instructions soit en langue(s) nationale(s) du pays et en anglais.

Il convient que les indications sur le panneau à apposer près du point d'alimentation électrique par le quai comprennent au moins ce qui suit:

INSTRUCTIONS POUR LE RACCORDEMENT À L'ALIMENTATION PAR LE QUAI DE LA MARINA

Cette marina (ou emplacement similaire) offre une connexion directe avec terre à l'alimentation par le quai.

Généralités

- 1) À moins de disposer d'un transformateur de sécurité à bord pour séparer le réseau électrique de votre navire de l'alimentation par le quai, il existe un risque accru de corrosion galvanique (électrolyse) pouvant endommager votre navire.

La tension d'alimentation de cette marina est de (... V,... Hz [normalement 230 V, 50 Hz en monophasé et 400 V, 50 Hz en triphasé], fournie par des prises conformes à l'IEC 60309-2).

* À compléter par l'exploitant de la marina.

- 2) Des mesures doivent être prises pour empêcher le câble souple de connexion ou les connecteurs de tomber dans l'eau au moment de la connexion ou de la déconnexion.

Il convient que seul le câble souple de connexion provenant du navire soit raccordé à un des socles de prise de courant d'alimentation par le quai.

Il convient qu'un seul navire soit raccordé à la fois à un même socle de prise de courant.

Il convient que le câble de connexion ne présente aucune détérioration et soit d'une seule longueur sans raccords et que les connecteurs soient en bon état.

L'humidité, les poussières et le sel dans le socle de connecteur de navire peuvent constituer un danger sérieux. Examiner le socle de connecteur du navire: le nettoyer et le sécher, si nécessaire, avant d'y brancher le câble souple de connexion de l'alimentation par le quai de la marina.

Il est dangereux pour des personnes non averties d'essayer de procéder à des réparations ou à des modifications. En cas de difficulté, consulter l'exploitant de la marina.

À l'arrivée

Après le mouillage, arrêter tous les matériels utilisant du courant électrique à bord du navire.

Examiner le câble souple et ses connecteurs pour s'assurer qu'il ne présente aucune détérioration et qu'il est en bon état.

Connecter le câble souple d'abord au niveau du socle du connecteur de navire puis au socle de prise de courant d'alimentation par le quai.

S'assurer que le câble est placé de telle manière qu'il ne subira aucune détérioration et qu'il ne constituera pas un obstacle dangereux pour d'autres personnes.

Avant le départ

Arrêter tous les matériels utilisant le courant électrique à bord du navire.

Débrancher le câble souple du socle de prise de courant sur le quai puis du socle du connecteur de navire sur le navire.

Replacer le capot sur le socle de connecteur de navire sur votre navire pour empêcher la pénétration d'eau.

Enrouler le câble souple de connexion, s'assurer que les fiches sont propres et sécher et conserver le câble au sec à un emplacement où il ne risque pas d'être endommagé.

A.2 Exemples de dispositions générales pour l'alimentation électrique d'un navire

A.2.1 Raccordement direct à un réseau d'alimentation monophasé

Pour les raccordements directs au secteur et au réseau du navire (voir Figure A.1), il existe un risque de corrosion électrolytique dû à des courants galvaniques circulant dans le conducteur de protection allant au quai.

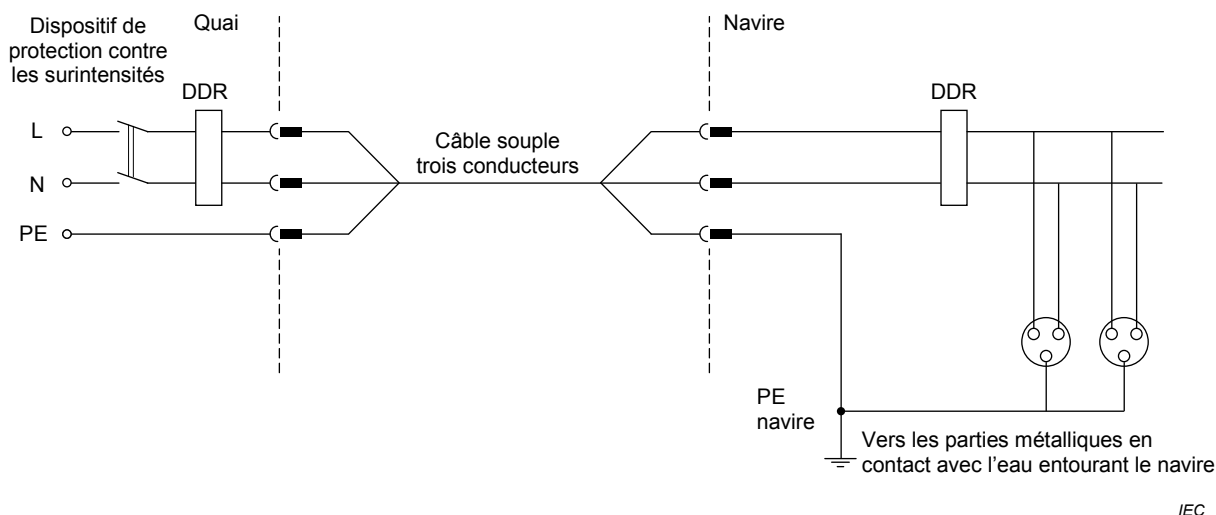


Figure A.1 – Raccordement direct à un réseau d'alimentation monophasé

A.2.2 Raccordement direct à une alimentation secteur monophasée avec un transformateur de sécurité à bord du navire

Pour réduire les courants galvaniques circulant entre la coque du navire et les parties métalliques du côté quai, aucun raccordement ne doit être réalisé entre la PE² (terre de protection) du navire et la PE de l'alimentation du quai. Voir Figure A.2.

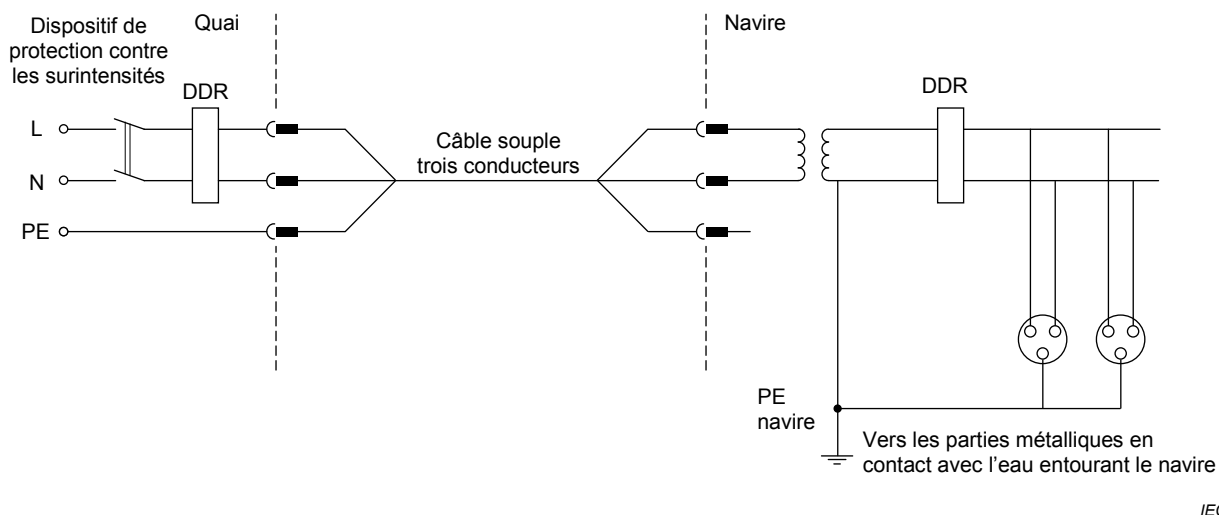
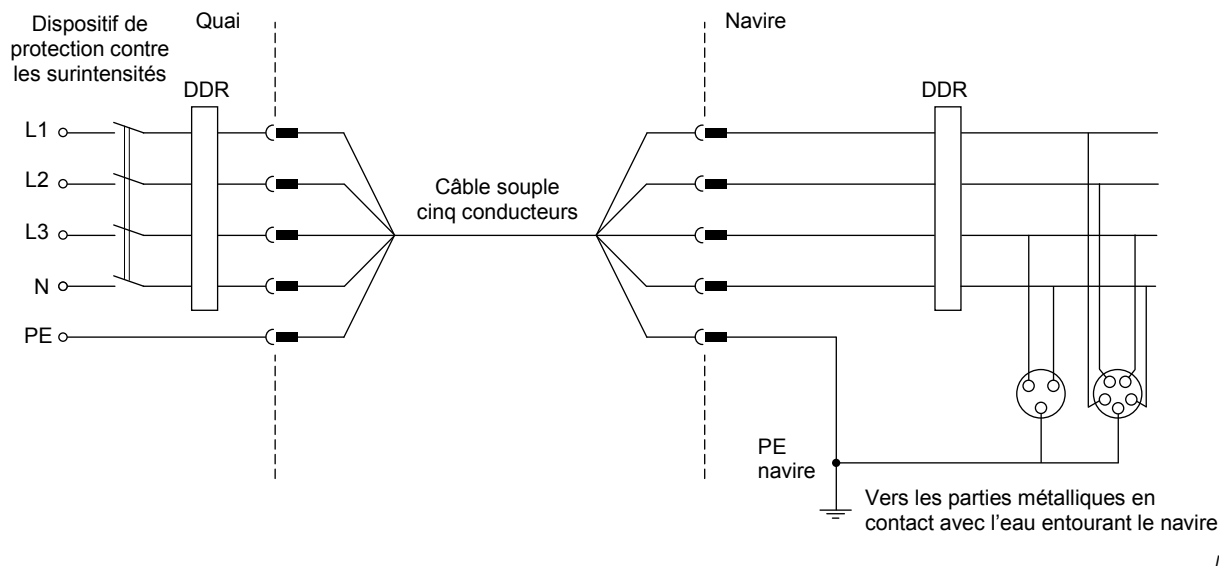


Figure A.2 – Raccordement direct à une alimentation secteur monophasée avec un transformateur de sécurité à bord du navire

² Protective earth *en anglais*.

A.2.3 Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée

Avec une connexion conforme à la Figure A.3, il y a un risque de corrosion électrolytique dû à des courants galvaniques circulant dans le conducteur de protection allant au quai.

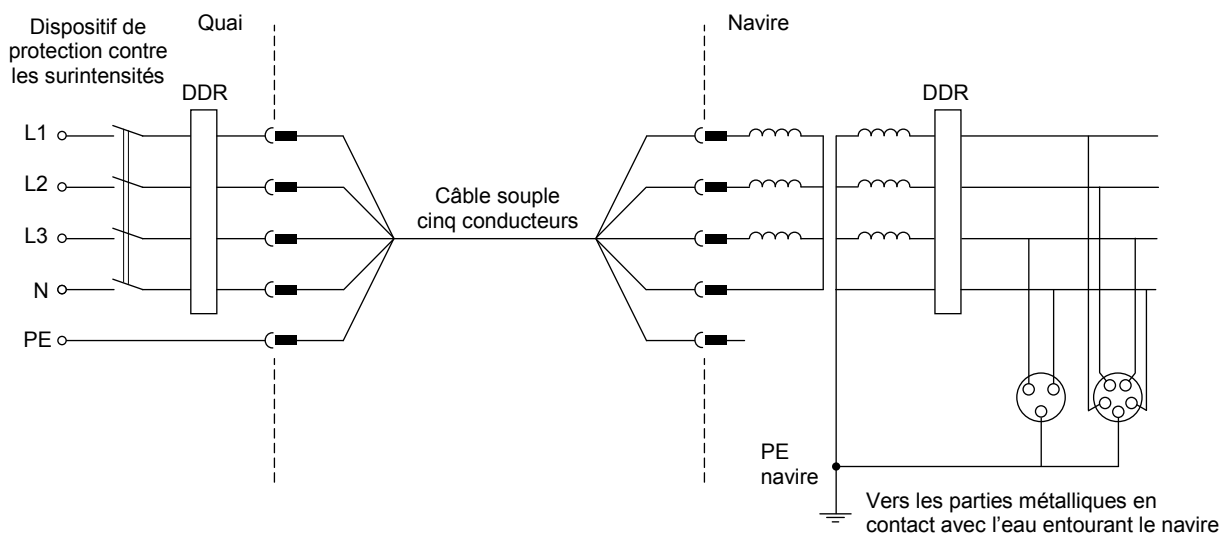


IEC

Figure A.3 – Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée

A.2.4 Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée avec un transformateur de sécurité à bord du navire

Aucun raccordement ne doit être réalisé entre la PE du navire et la PE de l'alimentation par le quai. Ceci est destiné à réduire les courants galvaniques circulant entre la coque du navire et les parties métalliques côté quai, voir Figure A.4.



IEC

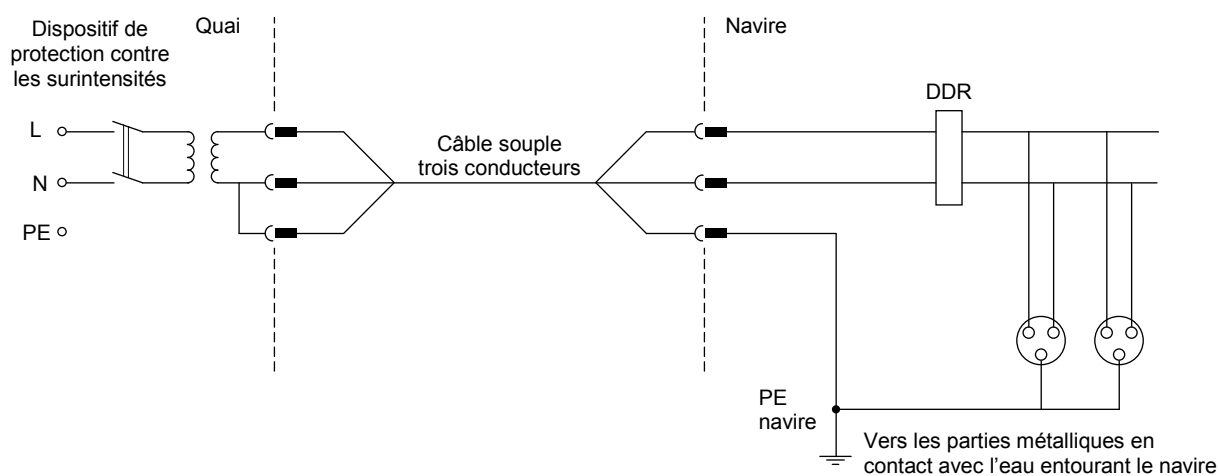
Figure A.4 – Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée avec un transformateur de sécurité à bord du navire

A.2.5 Raccordement à une alimentation monophasée par un transformateur de sécurité monté sur le quai

Aucun raccordement ne doit être réalisé entre le conducteur de PE à partir du navire jusqu'à l'enroulement secondaire du transformateur de sécurité monté sur le quai et la PE de l'alimentation par le quai. Ceci est destiné à réduire les courants galvaniques circulant entre la coque du navire et les parties métalliques côté quai, voir Figure A.5.

Un seul socle de prise de courant doit être connecté à chaque enroulement secondaire du transformateur de sécurité.

Les parties métalliques du navire en contact avec l'eau sont reliées à la PE du navire.

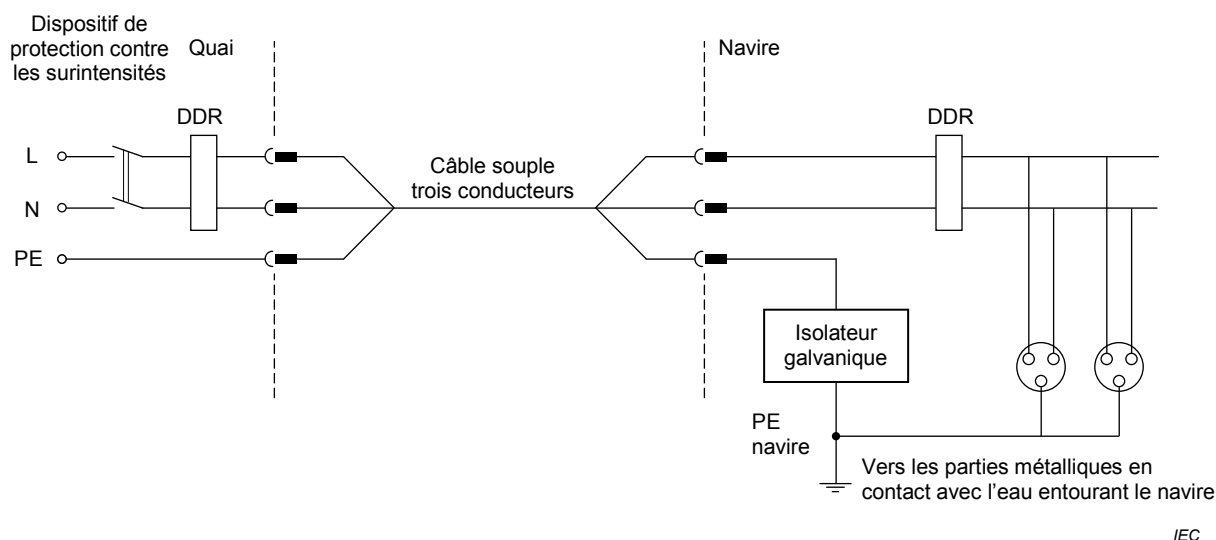


IEC

Figure A.5 – Raccordement à une alimentation monophasée par un transformateur de sécurité monté sur le quai

A.2.6 Raccordement direct à une alimentation secteur monophasée avec un isolateur galvanique à diodes dans le circuit de PE allant au quai

Un raccordement direct à une alimentation secteur monophasée avec un isolateur galvanique à diodes dans le circuit de PE allant au quai est montré à la Figure A.6.

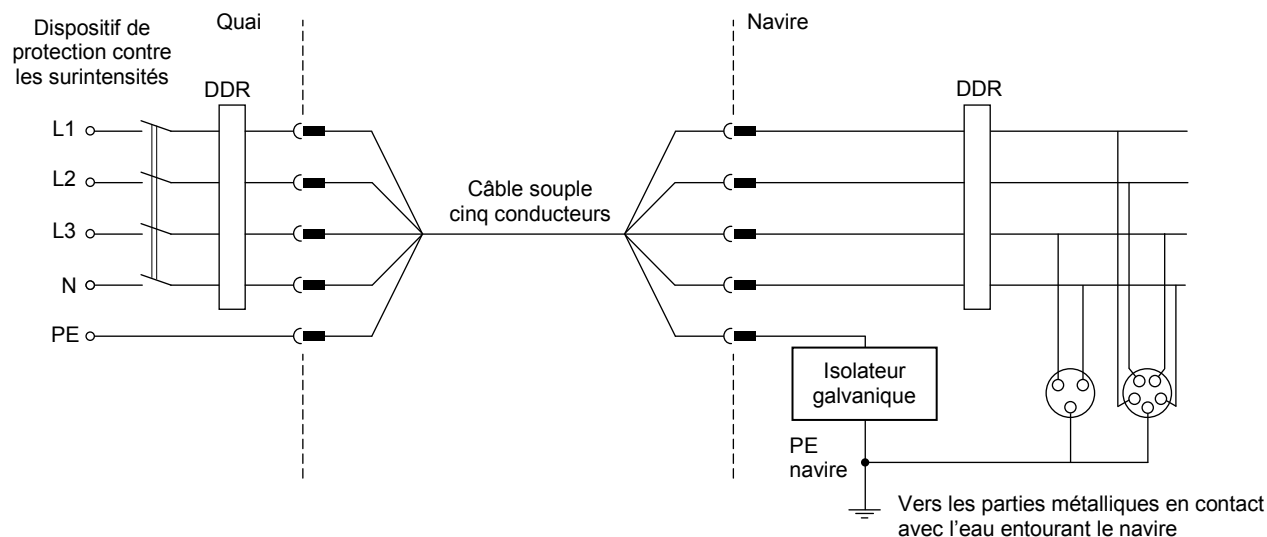


IEC

Figure A.6 – Raccordement direct à une alimentation secteur monophasée avec un isolateur galvanique à diodes dans le circuit de terre de protection allant au quai

A.2.7 Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée avec un isolateur galvanique à diodes dans le circuit de PE allant au quai

Un raccordement direct à une alimentation secteur triphasée avec un isolateur galvanique à diodes dans le circuit de PE allant au quai est montré à la Figure A.7.



IEC

Figure A.7 – Raccordement direct à une alimentation secteur triphasée avec un isolateur galvanique à diodes dans le circuit de terre de protection allant au quai

Annexe B (informative)

Isolateur galvanique à diodes

B.1 Généralités

Si la terre de protection d'un navire est reliée à la terre de l'alimentation par le quai par le conducteur de protection du câble d'alimentation par le quai, de petits courants galvaniques continus peuvent circuler, en étant créés par une différence de potentiel entre des composants métalliques du navire (par exemple: coque métallique, matériel à propulser et à gouverner, accessoires de coque métalliques, etc.) et des structures et matériels métalliques du côté quai qui sont reliés à la terre de l'alimentation par le quai.

D'autres navires alentour peuvent également avoir des composants métalliques reliés à la terre de l'alimentation par le quai à travers leurs câbles souples d'alimentation par le quai, qui peuvent contribuer à d'autres petits courants galvaniques circulant dans les circuits de terre de protection et à travers l'eau et les composants immergés et les matériels à bord de navires alentour.

Ces courants galvaniques peuvent causer une corrosion électrochimique et des dommages aux coques métalliques, aux composants et aux matériels immergés et/ou augmenter le taux d'épuisement des anodes sacrificielles installées sur un navire pour protéger les composants et matériels immergés.

Deux méthodes fondamentales sont communément employées pour éviter les courants galvaniques circulants qui s'écoulent dans le conducteur de terre de protection du câble d'alimentation par le quai. Ces méthodes sont:

- utilisation d'un transformateur de sécurité à bord d'un navire, ou
- utilisation d'un isolateur galvanique à diodes inséré dans le circuit de terre de protection entre le navire et l'alimentation par le quai. Les dispositifs à isolateur galvanique du type à diodes doivent fournir une faible impédance à tout courant alternatif de défaut dans le conducteur de protection de manière à assurer le fonctionnement du disjoncteur et du DDR dans les dispositions d'alimentation en courant alternatif basse tension par le quai en cas de défaut à bord d'un navire raccordé à une alimentation en courant alternatif basse tension par le quai. Les diodes dans un isolateur galvanique à diodes doivent être capables de supporter l'énergie limitée maximale issue de l'alimentation en courant alternatif basse tension par le quai ou bien elles doivent être à sécurité intrinsèque à une faible résistance lorsqu'elles sont soumises à un courant élevé de défaut à la terre circulant dans le circuit du conducteur de protection.

Il n'existe pas de Normes internationales pour les isolateurs galvaniques à diodes devant être adaptés dans le circuit de conducteur de protection entre la borne de terre de protection d'un navire et la borne de conducteur de protection du socle de connecteur de navire à bord d'un navire. L'ISO 13297 peut être consultée pour obtenir un certain nombre d'informations traitant de l'essai de tenue aux courants de défaut des isolateurs galvaniques à diodes extraites de l'ABYC A-28.

La norme britannique BS 7671:2008 + A1:2011 (qui est un HD incorporant l'IEC 60364-7-709) se réfère à l'EN 60092-507:2000 dont une Annexe Nationale UK est publiée par BSI/IET et qui contient les exigences complémentaires suivantes par rapport à 5.5.5 de la présente norme.

Pour des besoins de conception, il convient de considérer le disjoncteur de surintensité (OCB) incorporé dans l'alimentation par le quai comme étant un disjoncteur miniature (MCB)³ de type B Classe 3 à un courant de court-circuit présumé (PSCC)⁴ (I_{cn}) de 6 kA, conformément à la BS EN 60898-1:2003.

Pour des besoins de conception, il convient de considérer l'énergie limitée pour une alimentation assignée de 16 A comme étant de $3,5 \times 10^4$ A².s conformément à la BS EN 60898-1:2003 ZA.1, et pour alimentation assignée de 32 A, il convient de considérer l'énergie limitée comme étant de $4,5 \times 10^4$ A².s conformément à la BS EN 60898-1:2003 ZA.2.

Pour des besoins de conception, il convient que les semiconducteurs inclus dans l'isolateur galvanique à diodes soient conçus pour supporter les limites d'énergie ci-dessus à une température élevée compatible avec une durée prolongée d'échauffement jusqu'aux températures limites de leur enveloppe/boîtier telles que référencées en 5.5.5 (d) de la présente norme.

Il convient d'étiqueter clairement les isolateurs galvaniques à diodes avec les renseignements suivants:

- | | |
|---|------------------------------------|
| i) courant assigné (I_n) | par exemple, 16 A |
| ii) pouvoir assigné en court-circuit | par exemple, 6 kA |
| iii) capacité en énergie limitée maximale | par exemple, 35 kA ² .s |

Si un isolateur galvanique à diodes est à utiliser en un endroit où le courant de court-circuit présumé PSCC (I_{cn}) est supérieur à 6 kA ou lorsqu'un disjoncteur miniature MCB de type C ou un autre type de disjoncteur de surintensité OCB a été installé dans l'alimentation électrique par le quai, il convient d'obtenir l'avis d'une personne compétente pour établir si l'isolateur galvanique à diodes est adapté.

B.2 Essais

Il convient que l'installation électrique d'un navire de plaisance ou d'un petit navire incorporant un isolateur galvanique à diodes soit soumise à essai au moyen d'un appareil propriétaire vérificateur d'impédance de boucle de terre à onde complète branché dans un socle à courant alternatif approprié à bord d'un navire de plaisance ou d'un petit navire lorsque son réseau électrique à courant alternatif est alimenté en énergie par l'alimentation par le quai conforme à la BS 7671:2008+A1:2011. Il convient d'effectuer les essais une fois que l'installation électrique a été parachevée et périodiquement par la suite. Il convient que l'impédance de boucle de terre mesurée et enregistrée ne soit pas supérieure à la valeur maximale selon la Section 411 de la BS 7671:2008+A1:2011 pour le circuit concerné, comme s'il s'agissait d'une installation couverte par la norme en question. Il convient que chaque impédance de boucle de terre mesurée à une valeur supérieure à la valeur maximale correspondante soit examinée et rectifiée par une personne compétente.

Il convient de soumettre périodiquement à essai les isolateurs galvaniques (annuellement comme un minimum recommandé) à l'aide d'un multimètre propriétaire avec une fonctionnalité d'essai de diodes conformément aux instructions du fabricant de l'isolateur galvanique. Pour l'essai, il convient de débrancher le câble d'alimentation par le quai et de fermer toute autre forme de production de courant alternatif à bord du navire de plaisance ou du petit navire pendant toute la durée de l'essai. Il convient d'appliquer l'instrument d'essai aux bornes de l'isolateur galvanique en accordant le temps d'établissement dû à des condensateurs parallèles (s'ils sont installés) pour mesurer l'impédance directe d'une paire de diodes. Il convient ensuite de répéter l'essai en inversant les connexions pour mesurer l'impédance directe de l'autre paire de diodes. Il convient que les deux lectures obtenues

³ Miniature circuit breaker *en anglais*.

⁴ Prospective short-circuit current

soient conformes aux données du fabricant relatives aux diodes saines ou soient inférieures à $0,1 \Omega$ pour les diodes qui ont fondu à l'état de sécurité intrinsèque à la suite d'une pointe excessive de courant. Il convient que les lectures de circuit ouvert ou de résistance élevée soient examinées et rectifiées par une personne compétente avant que l'installation à courant alternatif ne soit réalimentée en énergie par l'alimentation par le quai.

Il convient que les isolateurs galvaniques conçus, soumis aux essais de type et fabriqués conformément à la norme ABYC A-28 07/08 de l'American Boat and Yacht Council relative aux isolateurs galvaniques soient réputés satisfaire aux exigences de l'Article B.1 ci-dessus. En particulier, il convient de considérer les isolateurs galvaniques conformes au Tableau 1 et au Tableau 2 de la norme ABYC A-28 avec des courants assignés de 30 A et de 50 A comme étant appropriés pour des installations d'alimentation par le quai au Royaume-Uni qui sont conformes à la BS 7671:2008+A1:2011 avec des valeurs assignées respectives de 16 A pour le monophasé et de 32 A en monophasé ou triphasé.

Annexe ZZ (informative)

Relation entre la présente norme et les exigences essentielles de la directive européenne 94/25/EC telle que modifiée par la directive 2003/44/EC

La présente norme a été préparée dans le cadre d'un mandat confié au CEN par la Commission Européenne pour fournir un moyen de mettre en conformité avec les exigences essentielles de la directive nouvelle approche 94/25/EC telle que modifiée par la directive 2003/44/EC.

Une fois la présente norme citée au Journal officiel de l'Union européenne en vertu de cette directive et mise en œuvre en tant que norme nationale dans au moins un État membre, la conformité avec les articles normatifs de la présente norme, indiqués dans le Tableau ZZ.1, confère, dans les limites du domaine d'application de cette norme, une présomption de conformité avec les exigences essentielles de cette directive et les règlements correspondants de l'AELE.

**Tableau ZZ.1 – Correspondance entre la présente norme et la directive 94/25/EC
telle que modifiée par la directive 2003/44/EC**

Articles/paragraphes de la présente norme internationale	Exigences essentielles (ERs) de la directive européenne 94/25/EC telle que modifiée par la directive 2003/44/EC	Remarques de qualification/Notes
Tous les articles	Annexe 1.A, 5.3	Réseau électrique – Réseau triphasé uniquement

Avertissement: D'autres exigences et d'autres directives CE peuvent être applicables au(x) produit(s) qui est(sont) couvert(s) par le domaine d'application de la présente norme.

Bibliographie

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org>>)

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

IEC 60092-502:1999, *Electrical installations in ships – Part 502: Tankers – Special features* (disponible en anglais seulement)

IEC 62613-1:2011, *Prises de courant et connecteurs de navire pour les systèmes haute tension de raccordement des navires à quai – Partie 1: Règles générales*

ISO 10133, *Petits navires – Systèmes électriques – Installations à très basse tension à courant continu*

ISO 13297, *Petits navires – Systèmes électriques – Installations à courant alternatif*

ISO 10240, *Petits navires – Manuel du propriétaire*

EN ISO 25197, *Petits navires – Systèmes électriques/électroniques pour le contrôle de la direction, de l'inverseur et des gaz*

EN 60092-507:2000, *Installations électriques à bord des navires – Partie 507: Navires de plaisance*

BS 7671:2008+A1:2011, *Requirements for electrical installations. IET Wiring Regulations. Seventeenth edition* (disponible en anglais seulement)

OMI Resolution 253(83), *Adoption of the performance standards for navigation lights, navigation light controllers and associated equipment, International Maritime Organization* (disponible en anglais seulement)

ABYC A-28:2008, *Galvanic isolators (American Boat & Yacht Council)* (disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch