

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60092-507

Première édition
First edition
2000-02

Installations électriques à bord des navires –

**Partie 507:
Navires de plaisance**

Electrical installations in ships –

**Part 507:
Pleasure craft**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60092-507:2000

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60092-507

Première édition
First edition
2000-02

Installations électriques à bord des navires –

**Partie 507:
Navires de plaisance**

Electrical installations in ships –

**Part 507:
Pleasure craft**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
INTRODUCTION	10
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions	16
4 Prescriptions générales et conditions	18
4.1 Valeurs assignées	18
4.2 Générateurs	18
4.3 Température de l'air ambiant et de l'eau de refroidissement	18
4.4 Mouvements du navire	20
4.5 Matériaux	20
4.6 Variations de tension et de fréquence	20
4.6.1 Réseaux alternatifs	20
4.6.2 Réseaux continus	20
4.7 Appareillage électrique pour atmosphère explosive gazeuse	20
4.8 Câbles et accessoires électriques fixés sur des structures en matériau différent ...	22
4.9 Enveloppes et emplacement	22
4.10 Compas magnétiques	22
4.11 Compatibilité électromagnétique	22
4.12 Services de secours	22
5 Réseaux de distribution	24
5.1 Réseaux normalisés de distribution en courant continu	24
5.2 Réseaux normalisés de distribution en courant alternatif	24
5.3 Réseaux de distribution mis à la terre	26
5.4 Equilibre des charges	26
5.4.1 Equilibre en schéma continu à trois conducteurs	26
5.4.2 Equilibre en schéma triphasé alternatif	26
5.5 Circuits terminaux	26
5.6 Socles de prises de courant	26
5.7 Alimentation par le quai	26
5.8 Feux de navigation	28
5.9 Matériels de radio et de navigation	30
5.10 Circuits de communication intérieurs	30
6 Facteur de simultanéité	30
6.1 Circuits terminaux	30
6.2 Circuits autres que les circuits terminaux	30
6.3 Application des facteurs de simultanéité	30
6.4 Circuits de puissance des moteurs	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	17
4 General requirements and conditions	19
4.1 Ratings	19
4.2 Generators	19
4.3 Ambient air and cooling water temperature	19
4.4 Inclination of craft	21
4.5 Materials	21
4.6 Voltage and frequency variations	21
4.6.1 AC systems	21
4.6.2 DC systems	21
4.7 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres	21
4.8 Electrical fittings and cables attached to structures of another metal	23
4.9 Equipment enclosure and location	23
4.10 Magnetic compasses	23
4.11 Electromagnetic compatibility	23
4.12 Emergency services	23
5 Distribution systems	25
5.1 Standard d.c. distribution systems	25
5.2 Standard a.c. distribution systems	25
5.3 Earthed distribution systems	27
5.4 Balance of loads	27
5.4.1 Balance of load in a three-wire d.c. system	27
5.4.2 Balance of load in three-phase a.c. systems	27
5.5 Final circuit	27
5.6 Socket-outlets	27
5.7 Shore connection	27
5.8 Navigation lights	29
5.9 Radio and navigation equipment	31
5.10 Internal communication circuits	31
6 Diversity (demand) factor	31
6.1 Final circuits	31
6.2 Circuits other than final circuits	31
6.3 Application of diversity (demand) factors	31
6.4 Motor power circuits	31

Articles	Pages
7 Protection contre les chocs électriques	32
7.1 Protection contre les contacts directs.....	32
7.2 Protection contre les contacts indirects.....	32
7.2.1 Protection par coupure automatique de l'alimentation	32
7.2.2 Protection par utilisation de matériels de classe II.....	34
7.2.3 Protection par séparation électrique.....	34
8 Degré de protection	34
8.1 Degrés de protection procurés par les enveloppes.....	34
8.2 Protection contre les gouttes d'eau	34
8.3 Entrées de câbles	36
9 Câbles	36
9.1 Choix des câbles	36
9.2 Conducteurs	36
9.3 Revêtement de protection	36
9.4 Détermination des sections des conducteurs	38
9.5 Courants admissibles en fonctionnement permanent.....	38
9.6 Facteurs de correction pour des températures ambiantes différentes.....	40
9.7 Facteurs de correction pour groupements de câbles	42
9.8 Facteurs de correction en fonctionnement non permanent	42
9.9 Connexion de câbles en parallèle	44
9.10 Séparation physique des circuits.....	44
10 Protection contre les surintensités	44
10.1 Généralités	44
10.2 Applications particulières	46
10.3 Protection contre les surcharges.....	46
11 Instruments de mesure	46
11.1 Instrumentation pour générateurs à courant continu.....	46
11.2 Instrumentation pour les générateurs à courant alternatif.....	48
12 Matériels d'utilisation	48
12.1 Génératrices et moteurs	48
12.2 Générateurs solaires.....	48
12.3 Transformateurs	48
12.4 Ensembles d'appareillages	48
12.5 Batteries d'accumulateurs.....	50
12.6 Chargeurs de batteries	50
12.7 Système de démarrage du moteur	50
12.8 Luminaires.....	50
12.9 Appareils de chauffage et de cuisson.....	52
13 Installation	52
13.1 Mise à la terre.....	52
13.2 Câbles	52
13.3 Batteries d'accumulateurs.....	54
13.4 Emplacement des batteries ventilées	54
13.5 Transformateurs	56
13.6 Convertisseurs/onduleurs	56
13.7 Appareils de chauffage et de cuisson.....	56

Clause	Page
7 Protection against electric shock.....	33
7.1 Protection against direct contact.....	33
7.2 Protection against indirect contact	33
7.2.1 Protection by automatic disconnection of supply	33
7.2.2 Protection by use of class II equipment	35
7.2.3 Protection by electrical separation	35
8 Degree of protection	35
8.1 General degree of protection provided by enclosures.....	35
8.2 Protection from dripping water	35
8.3 Cable entry	37
9 Cables	37
9.1 Selection of cable	37
9.2 Conductors	37
9.3 Protective coverings	37
9.4 Determination of the cross-sectional areas of conductors	39
9.5 Current ratings for continuous service.....	39
9.6 Correction factors for different ambient air temperatures.....	41
9.7 Correction factors for cable bunching.....	43
9.8 Correction factors for non-continuous service	43
9.9 Parallel connection of cables	45
9.10 Segregation of circuits	45
10 Protection against overcurrent.....	45
10.1 General.....	45
10.2 Special applications.....	47
10.3 Overload protection	47
11 Measuring instruments.....	47
11.1 Instruments for d.c. generators	47
11.2 Instruments for a.c. generators	49
12 Equipment	49
12.1 Generators and motors	49
12.2 Solar generators	49
12.3 Transformers	49
12.4 Switchgear and controlgear assemblies	49
12.5 Accumulator batteries	51
12.6 Battery chargers	51
12.7 Engine starting system.....	51
12.8 Luminaires	51
12.9 Heating and cooking appliances.....	53
13 Installation	53
13.1 Earthing.....	53
13.2 Cables	53
13.3 Accumulator (storage) batteries	55
13.4 Location of vented batteries.....	55
13.5 Transformers	57
13.6 Convertors/inverters	57
13.7 Heating and cooking appliances.....	57

Articles	Pages
13.8 Protection contre la foudre	56
13.9 Connexions	58
13.10 Sectionnement et coupure.....	58
14 Essais.....	58
14.1 Généralités	58
14.2 Résistance d'isolement	58
14.3 Tableaux de distribution et armoires.....	60
14.4 Circuits de puissance et d'éclairage	60
14.5 Appareillage.....	60
14.6 Génératrices et moteurs.....	60
14.7 Matériels d'éclairage, de chauffage et de cuisson	60
14.8 Chute de tension.....	60
14.9 Réseaux de navigation, de commande et de communication.....	60
14.10 Circuits de communication intérieurs.....	62
14.11 Mise à la terre.....	62
Annexe A (informative) Conducteur d'alimentation entre les marines et les bateaux de plaisance.....	64
Annexe B (informative) Matrice de brouillage électromagnétique.....	66
Bibliographie	68

Clause	Page
13.8 Lightning protection.....	57
13.9 Connections.....	59
13.10 Isolation and switching-off.....	59
14 Testing.....	59
14.1 General.....	59
14.2 Insulation resistance	59
14.3 Switchboards, section boards and distribution boards	61
14.4 Lighting and power circuits.....	61
14.5 Switchgear	61
14.6 Generators and motors	61
14.7 Lighting, heating and galley equipment	61
14.8 Voltage drop	61
14.9 Navigation, control, instrumentation and communication systems.....	61
14.10 Internal communication circuits	63
14.11 Earthing	63
Annex A (informative) Connection between marina and pleasure craft	65
Annex B (informative) Electromagnetic interference (EMI) matrix	67
Bibliography	69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 507: Navires de plaisance

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
18/873/FDIS	18/882/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005-06. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –

Part 507: Pleasure craft

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The 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.

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

FDIS	Report on voting
18/873/FDIS	18/882/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 3.

Annexes A and B are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005-06. At this date, the publication will be:

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60092 intègre et coordonne, autant que possible, les exigences existantes pour les installations électriques concernant les navires de plaisance telles que publiées dans d'autres parties de la série CEI 60092, les publications du comité technique 188 de l'ISO et dans la série CEI 60364.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-507:2000

INTRODUCTION

This part of IEC 60092 incorporates and coordinates, as far as possible, existing requirements for electrical installations relevant to pleasure craft as published in other parts of the IEC 60092 series, the publications of ISO technical committee 188 and the IEC 60364 series.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-507:2000

Withd2W

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 507: Navires de plaisance

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60092 donne des prescriptions pour la conception, la construction et l'installation de réseaux électriques dans les navires de plaisance. Elle s'applique aux navires de plaisance navigant dans les eaux intérieures et aux navires de plaisance en mer.

La présente norme est applicable aux réseaux électriques suivants des navires de plaisance de longueur comprise entre 24 m et 50 m et de tonnage inférieur à 500 grt (gross tons):

- a) réseaux monophasés à courant alternatif de tension nominale ne dépassant pas 250 V;
- b) réseaux triphasés à courant alternatif de tension nominale ne dépassant pas 500 V;
- c) réseaux à courant continu de tension nominale ne dépassant pas 50 V.

La présente norme est aussi applicable aux réseaux triphasés à courant alternatif fonctionnant sous une tension nominale ne dépassant pas 500 V pour des navires de plaisance de longueur inférieure à 24 m.

NOTE 1 Pour des réseaux à tension alternative supérieure à 250 V monophasé ou 500 V triphasé, pour des réseaux à tension continue supérieure à 50 V, et pour des navires de tonnage supérieur à 500 grt ou de longueur supérieure à 50 m, les prescriptions des autres normes de la série CEI 60092 sont, autant que possible, applicables.

NOTE 2 L'attention est attirée sur l'existence de la Directive des Navires de plaisance 94/25/EC européenne du 16 juin 1994.

NOTE 3 Pour les navires de plaisance dont la longueur de coque est inférieure à 24 m, les normes suivantes sont applicables:

- pour les installations à courant continu de tension ne dépassant pas 50 V: ISO 10133;
- pour les installations à courant alternatif de tension ne dépassant pas 250 V monophasé: ISO 13297.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60092. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60092 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International*

CEI 60065:1998, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

CEI 60079 (toutes les parties), *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses*

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

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

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –

Part 507: Pleasure craft

1 Scope

This part of IEC 60092 specifies requirements for the design, construction and installation of electrical systems in pleasure craft. It applies to pleasure craft for inland waters and to seagoing pleasure craft.

The standard applies to the following types of electrical system in pleasure craft which have a length of 24 m to 50 m, or which have a gross registered tonnage not exceeding 500 grt:

- a) single-phase alternating current systems which operate at a nominal voltage not exceeding 250 V;
- b) three-phase alternating current systems which operate at a nominal voltage not exceeding 500 V;
- c) direct current systems which operate at a nominal voltage not exceeding 50 V.

The standard also applies to three-phase alternating current systems which operate at a nominal voltage not exceeding 500 V, in pleasure craft which have a length of less than 24 m.

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

NOTE 2 Attention is drawn to the Recreational Craft Directive 94/25/EC of the European Parliament and of the Council, dated 16 June 1994.

NOTE 3 For pleasure craft less than 24 m in length, the following standards apply:

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

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60092. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60092 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary*

IEC 60065:1998, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

IEC 60079 (all parts), *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres*

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

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

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

CEI 60092-302:1997, *Installations électriques à bord des navires – Partie 302: Ensembles d'appareillage à basse tension*

CEI 60092-303:1980, *Installations électriques à bord des navires – 303^e partie: Matériel – Transformateurs de puissance*

CEI 60092-306:1980, *Installations électriques à bord des navires – 306^e partie: Matériel – Luminaires et appareillage d'installation*

CEI 60092-307:1980, *Installations électriques à bord des navires – 307^e partie: Matériel – Appareils de chauffage et de cuisson*

CEI 60092-350:1988, *Installations électriques à bord des navires – 350^e partie: Câbles d'énergie à basse tension pour utilisation à bord des navires – Construction générale et prescriptions d'essai*

CEI 60092-352:1997, *Installations électriques à bord des navires – Partie 352: Choix et pose des câbles pour réseaux d'alimentation à basse tension*

CEI 60228:1978, *Ames des câbles isolés*

CEI 60309-2:1997, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 2: Règles d'interchangeabilité dimensionnelle pour les appareils à broches et alvéoles*

CEI 60332-1:1993, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 1: Essais sur un conducteur ou câble isolé vertical*

CEI/TR2 60332-3:1992, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 3: Essais sur des fils ou câbles en nappes*

CEI 60364 (toutes les parties), *Installations électriques des bâtiments*

CEI 60364-7-709:1994, *Installations électriques des bâtiments – Partie 7: Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Section 709: Marinas et bateaux de plaisance*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60533: —, *Compatibilité électromagnétique des installations électriques et électroniques à bord des navires* ¹⁾

CEI 60536:1976, *Classification des matériels électriques et électroniques en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques*

CEI 60724:1984, *Guide aux limites de température de court-circuit des câbles électriques de tension assignée au plus égale à 0,6/1,0 kV*

CEI 60742:1983, *Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité – Règles*

¹⁾ A publier.

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

IEC 60092-302:1997, *Electrical installations in ships – Part 302: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 60092-303:1980, *Electrical installations in ships – Part 303: Equipment – Transformers for power and lighting*

IEC 60092-306:1980, *Electrical installations in ships – Part 306: Equipment – Luminaires and accessories*

IEC 60092-307:1980, *Electrical installations in ships – Part 307: Equipment – Heating and cooking appliances*

IEC 60092-350:1988, *Electrical installations in ships – Part 350: Low-voltage shipboard power cables – General construction and test requirements*

IEC 60092-352:1997, *Electrical installations in ships – Part 352: Choice and installation of cables for low-voltage power systems*

IEC 60228:1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 60309-2:1997, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 2: Dimensional interchangeability requirements for pin and contact-tubes accessories*

IEC 60332-1:1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Tests on a single vertical insulated wire or cable*

IEC/TR2 60332-3:1992, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3: Tests on bunched wires or cables*

IEC 60364 (all parts), *Electrical installations of buildings*

IEC 60364-7-709:1994, *Electrical installations of buildings – Part 7: Requirements for special installations or location – Section 709: Marinas and pleasure craft*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60533 —, *Electromagnetic compatibility of electrical and electronic installations in ships*¹⁾

IEC 60536:1976, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock*

IEC 60724:1984, *Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage not exceeding 0,6/1,0 kV*

IEC 60742:1983, *Isolating transformers and safety isolating transformers – Requirements*

¹⁾ To be published.

CEI 60898:1995, *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues*

CEI 60934:1993, *Disjoncteurs pour équipement (DPE)*

CEI 60945:1996, *Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes – Spécifications générales – Méthodes d'essai et résultats exigibles*

CEI 60947 (toutes les parties), *Appareillage à basse tension*

CEI 61140:1997, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs pour les installations et les matériels*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60092, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050 et dans la CEI 60092-101, ainsi que les définitions suivantes, s'appliquent.

3.1

très basse tension de sécurité

tension qui ne dépasse pas 50 V efficace en courant alternatif ou 50 V en courant continu entre conducteurs ou entre tout conducteur et la terre, dans un circuit séparé de circuits à tension plus élevée

NOTE 1 Pour les circuits à courant alternatif, la séparation avec les circuits à tension plus élevée peut être obtenue par un transformateur de sécurité ou par un convertisseur à enroulements séparés.

NOTE 2 Il convient d'attirer l'attention sur la diminution de la limite de 50 V dans certaines conditions telles qu'environnements humides, mer forte ou contacts directs avec des parties actives.

NOTE 3 Il est recommandé que la limite de tension ne soit dépassée ni à pleine charge ni sans charge, mais il est supposé, dans le sens de cette définition, que tout transformateur ou convertisseur fonctionne sous sa tension assignée.

NOTE 4 Les règles de protection en très basse tension de sécurité (TBTS) sont données dans la CEI 60364-4-41.

3.2

circuit terminal

partie de canalisation située en aval du dernier dispositif de protection contre les surintensités [CEI 60092-101:1994, définition 1.3.17 modifiée]

3.3

services essentiels

services nécessaires à la propulsion, à la conduite du navire de plaisance et aux services assurant des conditions minimales de confort et d'habitabilité

NOTE Exemples de services essentiels:

- a) les compresseurs d'air pour les moteurs à combustion;
- b) les systèmes d'extinction d'incendie;
- c) les pompes de ballasts;
- d) les pompes à combustible;
- e) la détection des niveaux de cale;
- f) les pompes de circulation et de refroidissement d'eau;
- g) les systèmes de détection et d'alarme incendie;
- h) les pompes d'incendie;
- i) les pompes de lubrification;
- j) les éclairages de navigation et éclairages réglementaires s'ils sont rendus obligatoires par des textes;
- k) les systèmes essentiels d'éclairage des parties normalement accessibles au personnel et aux passagers;
- l) les pompes de carburant et de chauffage;

IEC 60898:1995, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 60934:1993, *Circuit breakers for equipment (CBE)*

IEC 60945:1996, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – General requirements – Methods of testing and required test results*

IEC 60947 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear*

IEC 61140:1997, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60092, the terms and definitions given in IEC 60050, IEC 60092-101 as well as the following definitions apply.

3.1

safety extra-low voltage

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

NOTE 1 For a.c. circuits, the isolation from higher-voltage circuits can be by means such as a safety isolating transformer or converters with separate windings.

NOTE 2 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 3 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.

NOTE 4 Information about protection by safety extra-low voltage (SELV) is given in IEC 60364-4-41.

3.2

final circuit

portion of a wiring system extending beyond the final overcurrent protection device
[IEC 60092-101:1994, definition 1.3.17 modified]

3.3

essential services

services essential for the propulsion and steering of the pleasure craft and services to ensure minimum comfortable conditions of habitability

NOTE Examples of essential services are as follows:

- a) engine starting air compressors;
- b) fire extinguishing systems;
- c) bilge pumps;
- d) fuel pumps;
- e) bilge level detection;
- f) circulating and cooling water pumps;
- g) fire detection and alarm systems;
- h) fire pump;
- i) lubricating oil pumps;
- j) navigation lights and special purpose lights where required by statutory regulations;
- k) essential lighting systems for areas normally accessible to personnel and to passengers;
- l) fuel and heating pumps;

- m) la barre;
- n) les ventilateurs des moteurs et des chaudières;
- o) les réseaux de navigation et de communication;
- p) les systèmes d'alarme;
- q) les appareils à signal sonore;
- r) les systèmes de commande et d'instrumentation;
- s) les sources de puissance pour l'alimentation des services cités ci-dessus.

3.4

matériau non propagateur de la flamme

matériau ne transmettant pas la flamme et ne brûlant pas plus longtemps que dans l'essai spécifié en 2.28.2 de la CEI 60092-101

NOTE La CEI 60332-1 est la norme applicable pour les essais de câbles en conditions d'incendie.

3.5

distance d'isolement dans l'air

distance la plus courte dans l'air entre deux parties conductrices

3.6

ligne de fuite

distance la plus courte à la surface d'un matériau isolant entre deux parties conductrices

3.7

masse

partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée et qui n'est pas normalement sous tension, mais peut le devenir en cas de défaut

4 Prescriptions générales et conditions

4.1 Valeurs assignées

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

4.2 Générateurs

La puissance électrique du navire peut être fournie par un générateur ou des batteries présentant une capacité suffisante pour l'alimentation des services essentiels en même temps (voir la note de 3.3). Si un générateur est utilisé, il doit pouvoir alimenter les services essentiels et charger en même temps les batteries à 80 % de leur charge en 10 h. Les batteries doivent pouvoir alimenter les feux de secours, de navigation ainsi que les installations radio VHF ou SSB en cas de défaillance du générateur. Ces batteries doivent présenter une capacité suffisante pour le fonctionnement permanent de 3 h des feux de navigation et de la radio en cas de défaillance du générateur. Il convient que la continuité de l'alimentation ne soit pas perturbée par une charge génératrice de distorsion harmonique ou par des charges élevées.

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

Les installations électriques des navires destinés à naviguer uniquement dans des eaux hors du domaine tropical doivent fonctionner avec une température de l'air ambiant maximale de 45 °C et minimale de –5 °C, avec une température primaire de l'eau de refroidissement de 30 °C minimale.

NOTE Si un navire est présumé fonctionner dans le domaine tropical, il convient qu'une attention particulière soit portée à l'installation électrique par rapport à la température de l'air ambiant et à la température de l'eau de refroidissement.

- m) steering gear;
- n) engine and heating ventilation systems;
- o) navigation and communication systems;
- p) alarm systems;
- q) sound signal appliances;
- r) control and instrumentation systems;
- s) power sources for supplying the above services.

3.4

flame-retardant material

material which does not transmit flame and does not continue burning longer than specified during the test defined in 2.28.2 of IEC 60092-101

NOTE IEC 60332-1 is the relevant standard for testing cables under fire conditions.

3.5

clearance

shortest distance in air between two conductive parts

3.6

creepage distance

shortest distance along the surface of the insulating material between two conductive parts

3.7

exposed conductive part

conductive part of electrical equipment, which can be touched and which is not normally live, but which may become live under fault conditions

4 General requirements and conditions

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 Generators

The craft's electrical power may be provided by a generator or batteries having sufficient capacity to supply the essential services at the same time (see note to 3.3). When a generator is used, the generator(s) shall be capable of supplying the essential services and simultaneously be capable of charging the batteries to 80 % charge within 10 h. Such batteries shall be provided to enable operation of the craft's emergency lights, navigation lights and the VHF or SSB radio installation (if fitted), in the event of a generator failure. Such batteries shall have sufficient capacity to operate the navigation lights and radio for 3 h continuously in the event of failure of the generator(s). The continuity of supply should not be impaired by load-produced harmonic distortion or high load charges.

4.3 Ambient air and cooling water temperature

Electrical installations on craft intended solely for use in waters outside the tropical belt shall be suitable for an ambient air temperature of 45 °C maximum and –5 °C minimum and a primary cooling water temperature of 30 °C minimum.

NOTE When craft are expected to operate within the tropical belt special consideration should be given to the suitability of the electrical installation for the ambient air temperature and cooling water temperature.

4.4 Mouvements du navire

Les équipements électriques doivent fonctionner normalement avec les mouvements suivants du navire par rapport aux conditions normales:

- pour tous les navires:
 - roulis: jusqu'à $\pm 22,50^\circ$;
 - tangage: $\pm 7,50^\circ$, et
- pour les navires à voile: une inclinaison constante de $\pm 45^\circ$.

NOTE En principe, il est recommandé que les matériels électriques fonctionnent selon la conception du navire dans les conditions les plus contraignantes de roulis et de tangage.

4.5 Matériaux

Les équipements électriques doivent être construits en matériau non propagateur de la flamme, résistant à l'huile et à l'humidité et en matériaux résistant aux UV, qui ne doivent pas être soumis à des détériorations dues aux atmosphères, températures et rayonnements UV auxquels ils peuvent être exposés.

4.6 Variations de tension et de fréquence

Les équipements 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.

4.6.1 Réseaux alternatifs

Sauf spécifications contraires, les équipements doivent fonctionner avec les variations suivantes:

- fréquence: $\pm 5\%$;
- tension: $+6\%$ à -10% ;
- distorsion harmonique simple: $< 3\%$;
- distorsion harmonique totale: $< 5\%$.

4.6.2 Réseaux continus

Pour la tension minimale continue, les services essentiels doivent fonctionner et la durée de vie normale de la batterie ne doit pas être perturbée.

Pour la tension maximale continue, la tension de dégazage de la batterie ne doit pas être dépassée sur une longue période.

4.7 Appareillage électrique pour atmosphère explosive gazeuse

Les appareillages électriques destinés à fonctionner en atmosphère explosive ou installés dans des emplacements où des gaz ou vapeurs inflammables ou des poussières explosives sont susceptibles de s'accumuler tels que compartiments des machines diesels, réservoirs de pétrole, raccords et autres connecteurs de composants de réseau pétrolier, et dans des compartiments ou armoires contenant des cylindres LPG et/ou des régulateurs de pression, doivent être conformes à la série CEI 60079.

NOTE 1 Il est recommandé d'éviter l'installation d'appareillages électriques dans ces compartiments.

NOTE 2 Pour les navires de longueur inférieure à 24 m, l'ISO 8846 est applicable.

4.4 Inclination of craft

Electrical equipment shall operate satisfactorily under normal conditions with the craft at the following inclinations from normal:

- for all craft:
 - rolling: up to $\pm 22,50^\circ$;
 - pitching: $\pm 7,50^\circ$; and
- for sailing craft only: at a constant heel $\pm 45^\circ$.

NOTE In principle, electrical equipment should be capable of operating as designed with the vessel in the maximum expected heel and pitch during normal operation.

4.5 Materials

Electrical equipment shall be constructed of flame-retardant, oil-resistant, moisture-resistant and UV-resistant materials which are not subject to deterioration either in the atmosphere, temperatures or UV-radiation to which they are likely to be exposed.

4.6 Voltage and frequency variations

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

4.6.1 AC systems

Unless otherwise stated, equipment shall function at variations of

- frequency: $\pm 5\%$;
- voltage: $+6\%$;
 -10% ;
- single harmonic distortion: $<3\%$;
- total harmonic distortion: $<5\%$.

4.6.2 DC systems

At the minimum d.c. voltage, the essential services shall function and the normal life of the battery shall not be impaired.

At the maximum d.c. voltage, the gassing voltage of the battery shall not be exceeded for a long period.

4.7 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.

NOTE 1 Installation of electrical equipment in such locations should be avoided if possible.

NOTE 2 For craft which are less than 24 m in length, ISO 8846 applies.

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

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

4.9 Enveloppes et emplacement

Les matériels électriques doivent présenter des enveloppes appropriées aux emplacements d'installation (voir article 8). La ventilation doit être appropriée pour maintenir la température ambiante inférieure ou égale à la valeur maximale spécifiée pour le fonctionnement de ces matériels. Les enveloppes des matériels électriques doivent présenter une résistance aux chocs et une rigidité appropriées et être montées de façon que les matériels ne soient pas affectés par les perturbations, les vibrations et les mouvements de la poutre du navire susceptibles d'apparaître pendant le fonctionnement normal du navire.

4.10 Compas magnétiques

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

4.11 Compatibilité électromagnétique

Le matériel électrique pour les navires de plaisance navigant en mer doit être conforme à la CEI 60533 et à la CEI 60945.

Les matériels électriques pour les petits navires en eaux intérieures doivent être conformes à l'annexe B ou aux prescriptions relatives à la compatibilité électromagnétique de la norme EN appropriée de produit (voir notes 1 et 2).

NOTE 1 Il convient que les matériels électriques pour les petits navires en eaux intérieures importés sur le marché européen se conforment aux prescriptions CEM données dans la norme de produit appropriée EN. Si aucune norme de produit existe, il conviendra que les matériels soient conformes à l'annexe B. Le tableau B.1 se fonde sur les normes génériques EN 50081-1 et EN 50082-1 et permet de réaliser la conformité à cette norme lors de l'utilisation de matériels résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère du marché européen.

NOTE 2 Si un navire destiné au marché européen se trouve dans le champ de la Directive du Conseil Européen relative aux matériels maritimes (1996), la conformité à la CEI 60533 et à la CEI 60945 est obligatoire.

4.12 Services de secours

Les services de secours suivants alimentés par batteries doivent être prévus:

- feux de secours pour l'aide à l'évacuation des espaces fermés et pour l'éclairage des postes d'évacuation et de la passerelle;
- feux de navigation;
- radio VHF et SSB.

NOTE Il est recommandé que la batterie de secours soit telle qu'en cas d'accident dans un espace, il n'y ait pas perte de puissance électrique sur tout circuit de sécurité, d'éclairage de secours ou de communication (voir aussi 5.9).

4.8 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.

4.9 Equipment enclosure and location

Electrical equipment shall have enclosures suitable for the location in which the equipment is installed (see clause 8). 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 craft's structure that occur during normal operation of the craft.

4.10 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.

4.11 Electromagnetic compatibility

Electrical equipment for seagoing pleasure craft shall conform to IEC 60533 and IEC 60945.

Electrical equipment for small pleasure craft for inland waters shall conform to annex B or to the requirements for electromagnetic compatibility given in the relevant EN product standard (see notes 1 and 2).

NOTE 1 Electrical equipment for small inland-water pleasure craft which are to be placed on the EU market should conform to the requirements for electromagnetic compatibility given in the relevant EN product standard. If no relevant product standard exists, the equipment should conform to annex B. Table B.1 is based on the generic standards EN 50081-1 and EN 50082-1 and enables compliance with this standard to be achieved when using residential, commercial and light industrial equipment from the EU market.

NOTE 2 If a craft destined for the EU market falls within the scope of the EU Council Directive on Marine Equipment (1996), compliance with IEC 60533 and IEC 60945 is mandatory.

4.12 Emergency services

The following battery-operated emergency services shall be provided:

- emergency lights to assist escape from all enclosed spaces and to illuminate the disembarkation positions and the craft's navigation station;
- navigation lights;
- VHF and SSB radio.

NOTE Emergency battery supplies should be arranged so that an accident in any one space does not result in the loss of electrical power to circuits serving any safety, emergency lighting or communication equipment (see also 5.9).

5 Réseaux de distribution

5.1 Réseaux normalisés de distribution en courant continu

5.1.1 Les réseaux doivent être soit

- a) à deux conducteurs isolés; soit
- b) à deux conducteurs dont un relié à la terre; soit
- c) à trois conducteurs avec point milieu à la terre, mais sans retour par la coque.

5.1.2 Les tensions continues recommandées sont 12 V, 24 V et 38 V.

5.2 Réseaux normalisés de distribution en courant alternatif

5.2.1 Les réseaux doivent être soit

- a) triphasés, trois conducteurs isolés; soit
- b) triphasés, quatre conducteurs avec neutre à la terre, mais sans retour par la coque; soit
- c) monophasés, deux conducteurs isolés; soit
- d) monophasés, deux conducteurs dont un à la terre; soit
- e) monophasés, deux conducteurs avec point milieu mis à la terre pour l'alimentation de l'éclairage et des prises de courant; soit
- f) monophasés, trois conducteurs avec conducteur milieu mis à la terre, mais sans retour à la coque.

5.2.2 Le tableau 1 donne les valeurs recommandées des tensions et fréquences nominales et donne les valeurs maximales de tensions permises pour l'alimentation des navires.

Tableau 1 – Tensions et fréquences alternatives pour les réseaux d'alimentation des navires

Application	Tensions assignées recommandées V	Fréquences nominales recommandées Hz	Tension maximale V
1 Puissance, cuisson et chauffage. Equipement fixes et connectés de manière permanente Matériel alimentant les socles de prise de courant, mis à la terre	Triphasée: 400/440 Monophasée: 120/230	Triphasée: 50/60 Monophasée: 50/60	Triphasée: 1 000 Monophasée: 500
2 Eclairage fixe et socles de prise pour des buts non mentionnés dans les parties 1 ou 3 mais prévus pour des appareils à isolation double ou renforcée ou connectés par câble souple ou comportant un conducteur de protection	Monophasée: 120/230	Monophasée: 50/60	Monophasée: 250
3 Des socles de prise de courant pour utilisation dans des conditions de protection particulières contre les chocs sont nécessaires:			
a) alimentés par ou sans transformateur de séparation	Monophasée: 24	Monophasée: 50/60	Monophasée: 50
b) transformateur de sécurité alimentant un seul dispositif	120/230	50/60	250
Il convient que les deux conducteurs de ces réseaux soient isolés de la terre			
NOTE L'utilisation de tensions nominales telles que définies dans la CEI 60092-201 est autorisée.			

5 Distribution systems

5.1 Standard d.c. distribution systems

5.1.1 The systems shall be either

- a) two-wire insulated;
- b) two-wire with one pole earthed; or
- c) three-wire with mid-point earthed, but without hull return.

5.1.2 Recommended d.c. voltages are 12 V, 24 V and 38 V.

5.2 Standard a.c. distribution systems

5.2.1 The systems shall be either

- a) three-phase three-wire insulated;
- b) three-phase four-wire with neutral earthed, but without hull return;
- c) single-phase two-wire insulated;
- d) single-phase two-wire with one pole earthed;
- e) single-phase two-wire with mid-point earthed for lighting and socket-outlets; or
- f) single-phase three-wire with mid-point earthed, but without hull return.

5.2.2 Table 1 gives recommended values of nominal voltage and frequencies and gives the maximum voltages permitted for a craft's service systems of supply.

Table 1 – AC voltages and frequencies for craft's service systems of supply

Application	Recommended nominal voltages V	Recommended nominal frequencies Hz	Maximum voltage V
1 Power, cooking and heating. Equipment securely fixed and permanently connected Socket-outlet supplying equipment which is earthed	Three-phase 400/440 Single-phase 120/230	Three-phase 50/60 Single-phase 50/60	Three-phase 1 000 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 50/60	Single-phase 250
3 Socket outlets for use where extra precautions against shock are necessary: a) supplied with or without the use of isolating transformers b) where a safety isolating transformer is used supplying one consuming device only Both wires of such systems should be insulated from earth	Single-phase 24 120/230	Single-phase 50/60 50/60	Single-phase 50 250
NOTE The use of the nominal voltages as given in IEC 60092-201 is permitted.			

5.3 Réseaux de distribution mis à la terre

5.3.1 La mise à la terre doit être réalisée indépendamment de toute autre disposition des parties non conductrices.

5.3.2 Des dispositifs de sectionnement amovibles doivent être installés sur le conducteur neutre de terre de manière à pouvoir l'isoler lors des travaux de maintenance et lors de la mesure de la résistance d'isolement du réseau.

5.4 Equilibre des charges

5.4.1 Equilibre en schéma continu à trois conducteurs

Les parties consommant du courant connectées entre un conducteur positif ou négatif et le conducteur du milieu doivent être groupées de façon que, dans des conditions normales, la charge sur chacune des moitiés du schéma soit équilibrée à environ 15 % de la charge la plus faible au niveau de la distribution individuelle et du tableau général.

5.4.2 Equilibre en schéma triphasé alternatif

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 à environ 15 % de la charge la plus faible au niveau de la distribution individuelle et des tableaux secondaires aussi bien qu'au niveau du tableau général.

5.5 Circuits terminaux

5.5.1 Un circuit terminal séparé doit être installé pour chaque moteur indispensable à un service essentiel et pour tout moteur de puissance assignée de 1 kW et plus. Les circuits terminaux avec un courant assigné supérieur à 16 A ne doivent alimenter qu'un seul appareil.

5.5.2 Les circuits terminaux d'éclairage ne doivent pas alimenter des appareils de chauffage et de puissance.

5.5.3 Il doit y avoir plus d'un circuit terminal d'éclairage dans les salles des machines et les emplacements normalement occupés par des personnes, et le circuit doit être arrangé de telle manière qu'une défaillance sur un circuit final d'éclairage n'empêche pas le fonctionnement normal.

NOTE Les éclairages de secours indépendants peuvent être acceptés comme seconde mesure d'éclairage.

5.6 Socles de prises de courant

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

5.7 Alimentation par le quai

5.7.1 Si des dispositions sont prises pour une alimentation en électricité à une source située sur le quai ou à une autre source externe (voir CEI 60364-7-709), une borne appropriée de connexion doit être placée sur le bateau pour une connexion appropriée du câble souple à la source extérieure. Un câble fixe approprié, assigné pour le courant admissible, doit être placé entre le point de connexion et le tableau principal. Un dispositif de verrouillage doit empêcher tout couplage entre l'alimentation de quai et l'alimentation embarquée. Ce dispositif doit présenter une isolation appropriée et doit intéresser tous les conducteurs actifs.

5.7.2 Les fiches de connexion doivent être conformes à la CEI 60309-2.

5.3 Earthed distribution systems

5.3.1 System earthing shall be effected by means independent of the bonding arrangements of the non-current-carrying parts.

5.3.2 A removable link shall be fitted in the neutral earthing connection so that it may be disconnected for maintenance and measurement of the system insulation resistance.

5.4 Balance of loads

5.4.1 Balance of load in a three-wire d.c. system

Current-consuming units connected between the positive or negative wire and the mid-wire shall be grouped in such a way that, under normal conditions, the load on the two halves of the system is balanced as far as possible within 15 % of the smaller load at the individual distribution and main switchboard.

5.4.2 Balance of load in three-phase a.c. systems

The current-consuming units shall be so grouped in the final sub-circuits that the load on each phase will, under normal conditions, be balanced as far as possible within 15 % of the smallest load at the individual distribution and section boards as well as the main switchboard.

5.5 Final circuit

5.5.1 A separate final circuit shall be provided for every motor required for an essential service and for every motor rated at 1 kW or more. Final circuits rated above 16 A shall supply not more than one appliance.

5.5.2 Final circuits for lighting shall not supply appliances for heating and power.

5.5.3 There shall be more than one final circuit for lighting in engine rooms and spaces normally manned, and the circuit shall be arranged in such a way that failure of one lighting final circuit will not impede normal operation.

NOTE Independent emergency lights may be acceptable for the second means of lighting.

5.6 Socket-outlets

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.

5.7 Shore connection

5.7.1 Where arrangement is made for supply of electricity from a source on shore or other external source (see IEC 60364-7-709), a suitable connection point shall be installed on the craft for the convenient connection of the flexible cable from the external source. Fixed cable of adequate rating shall be provided between the connection point and the main switchboard. A change-over interlock shall prevent connection between the shore power supply and the on-board power supply. The change-over switch shall be of a type suitable for isolation and shall include all phases and neutral.

5.7.2 Socket-connections shall be in accordance with IEC 60309-2.

5.7.3 Une borne de terre doit être prévue pour connecter la coque à une terre appropriée. Il y a lieu de porter une attention particulière au risque de corrosion électrolytique de la coque. Ce contact de terre peut être intégré dans la connexion au quai.

5.7.4 La connexion de quai doit être accompagnée d'un indicateur sur le tableau principal afin de savoir si le câble est sous sa tension appropriée.

5.7.5 Des dispositions doivent être prises pour vérifier la polarité (en continu et en alternatif monophasé) ou l'ordre des phases (en triphasé alternatif) de l'alimentation extérieure relativement à celle du bateau.

5.7.6 Au point de connexion, une notice doit être affichée donnant toutes les informations sur le schéma de distribution, la tension nominale (et la fréquence, si en alternatif) du bateau et la procédure pour réaliser la connexion. Une information relative à la polarité du réseau continu du navire ou relative à l'ordre des phases du réseau triphasé alternatif doit aussi être donnée.

5.7.7 Tout transformateur isolant utilisé pour le branchement de quai doit être à double enroulement (voir la CEI 60742).

5.7.8 La connexion doit être protégée par un disjoncteur ou un fusible-sectionneur avec protection contre les surcharges. Ces dispositifs de protection doivent ouvrir simultanément tous les conducteurs actifs non liés à la terre et le conducteur neutre. Le conducteur de protection ne doit pas être coupé lors du fonctionnement du dispositif de protection contre les surcharges.

5.7.9 Le point de connexion du quai doit être un socle de prise avec terre incorporée, conçu de manière que le conducteur de protection soit connecté avant les conducteurs actifs.

La prise de courant ou le boîtier doivent procurer un degré de protection approprié à l'emplacement (voir 8.1 et tableau 2).

5.7.10 Pour la connexion du navire à la source du quai, les dispositifs de connexion suivants doivent être utilisés:

- a) une prise conforme à la CEI 60309-2;
- b) un câble flexible à trois conducteurs, type 245 de la CEI 60065 ou équivalent, lequel est soit:
 - connecté de manière permanente conformément à 5.7.1; soit
 - connecté à un socle conforme à la CEI 60309-2.

NOTE Voir l'exemple donné dans l'annexe A.

Il convient que la longueur du câble ne dépasse pas 25 m.

5.8 Feux de navigation

5.8.1 Les feux de tête de mât, d'étrave et d'étambot doivent être alimentés séparément par une boîte de distribution située en un point accessible du navire, réservée à cet usage et qui est alimentée directement ou par l'intermédiaire de transformateurs vers le tableau général. Des dispositions doivent être prises pour que l'alimentation des feux de navigation puisse être transférée vers une autre source.

5.8.2 Chaque feu de navigation doit être protégé par un fusible sur chaque conducteur isolé et alimenté par un sectionneur ou par un disjoncteur installé dans la boîte de distribution prescrite en 5.8.1.

5.7.3 An earth terminal shall be provided for connecting the hull to an appropriate earth. Special consideration should be given to the risk of electrolytic corrosion of the craft's hull. This earth terminal may be incorporated in the shore connection point.

5.7.4 The shore connection shall be provided with an indicator on the main switchboard in order to show when the cable is energized at the correct voltage.

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

5.7.6 At the connection point, a notice shall be fixed giving full information on the system of supply, the nominal voltage (and frequency, if a.c.) of the craft's system and the procedure for carrying out the connection. Information on the polarity for d.c. systems and on the phase sequence for three-phase a.c. systems shall also be given.

5.7.7 Any isolating transformer used for shore connection shall be of the double-wound type (see IEC 60742).

5.7.8 The connection shall be controlled by a circuit-breaker or a switch with protection against overcurrent. The protective devices shall simultaneously open all unearthed current-carrying conductors and the neutral conductor. The earthing conductor shall not be interrupted by operation of the overcurrent protection device.

5.7.9 The shore connection point shall be a socket with a built-in earthing connection, designed so as to connect the earth conductor before the current-carrying conductors.

The shore power socket, or boxes, shall have a degree of protection (see 8.1 and table 2) suitable for its location.

5.7.10 For the connection of the craft to the source on shore, the following connecting device shall be supplied:

- a) a plug conforming to IEC 60309-2;
- b) a three-core flexible cable, type 245 in IEC 60065 or equivalent, which is either
 - permanently connected to the connection point specified in 5.7.1; or
 - connected to a connector conforming to IEC 60309-2.

NOTE See example given in annex A.

The cable length should not exceed 25 m.

5.8 Navigation lights

5.8.1 Navigation lights such as three-colour combined light, and masthead, side and stern lights shall be separately connected to a dedicated distribution board, placed in an accessible position on the craft, and which is connected directly or through transformers to the main switchboard. Provision shall be made at this position for the navigation lights to be transferred to an alternative supply source.

5.8.2 Each such navigation light shall be protected by a fuse in each insulated pole and provided with a switch or alternatively by a circuit-breaker fitted on the distribution board specified in 5.8.1.

5.8.3 S'il n'est pas possible de vérifier, depuis la passerelle de navigation, que chaque feu de navigation fonctionne, chacun de ces feux doit être équipé d'un indicateur automatique qui donne une alarme sonore et/ou visuelle en cas de défaillance des lampes. Si un signal visuel connecté en série avec le feu de navigation est utilisé, des dispositions doivent être prises pour empêcher l'extinction du feu de navigation en cas de défaut du signal visuel.

5.9 Matériels de radio et de navigation

Pour les navires de plaisance en mer, un circuit spécialisé issu du tableau général ou une source séparée d'alimentation, par exemple une batterie primaire ou d'accumulation (voir 4.12), doit être installée pour l'alimentation des installations radio et de navigation.

5.10 Circuits de communication intérieurs

Si un circuit de communication est alimenté directement par un circuit de puissance ou par un circuit d'éclairage et si sa tension dépasse celle définie en 3.1, tous les équipements doivent être conformes aux prescriptions relatives aux circuits terminaux.

6 Facteur de simultanéité

6.1 Circuits terminaux

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

6.2 Circuits autres que les circuits terminaux

Les circuits alimentant deux circuits terminaux ou plus doivent être assignés pour la charge totale et, si nécessaire, être corrigés par un facteur de simultanéité conforme aux paragraphes 6.3 et 6.4.

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

6.3 Application des facteurs de simultanéité

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

6.4 Circuits de puissance des moteurs

Le facteur de simultanéité doit être déterminé selon les circonstances. La pleine charge normale doit être déterminée en fonction des charges des moteurs indiquées sur les plaques signalétiques pour une température ambiante de 45 °C.

5.8.3 If it is not possible to visually observe the operation of the navigation lights from the craft'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.

5.9 Radio and navigation equipment

For seagoing craft, a dedicated circuit from the main switchboard and a separate emergency source of supply, for example a primary or accumulator (storage) battery (see also 4.12), shall be provided for supplying the radio and navigational equipment.

5.10 Internal communication circuits

Where a communication circuit takes its supply directly from the power or lighting circuits and exceeds the safety extra-low voltage as defined in 3.1, all equipment shall be in accordance with the requirements for final circuits.

6 Diversity (demand) factor

6.1 Final circuits

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

6.2 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 6.3 and 6.4.

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.

6.3 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.

6.4 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 at 45 °C ambient temperature.

7 Protection contre les chocs électriques

7.1 Protection contre les contacts directs

Les ensembles d'appareillages doivent procurer un degré de protection contre les contacts directs d'au moins IP2X ou IPXXB conformément à la CEI 60529.

7.2 Protection contre les contacts indirects

7.2.1 Protection par coupure automatique de l'alimentation

7.2.1.1 Généralités

Un dispositif de protection (voir 7.2.1.2 et 7.2.1.3) doit isoler automatiquement l'alimentation du circuit ou de l'équipement en cas de défaut entre partie active et masse. Dans les réseaux isolés de la terre, un défaut peut apparaître sans coupure automatique si un contrôleur permanent d'isolement est installé. Un deuxième défaut doit avoir pour résultat la coupure automatique. Une tension présumée de contact dépassant la tension de sécurité définie en 3.1 ne doit pas se prolonger pendant une durée suffisante pour entraîner un risque physiologique pour les personnes.

7.2.1.2 Schémas avec mise à la terre

Dans ces schémas, toutes les masses de l'installation doivent être connectées à la terre du système d'alimentation par des conducteurs de protection, eux-mêmes mis à la terre au niveau du transformateur ou du générateur ou à proximité.

Pour les schémas avec mise à la terre, les dispositifs de protection spécifiés en 7.2.1.1 doivent être soit:

- un dispositif de protection contre les surintensités, soit
- un dispositif différentiel.

7.2.1.3 Schémas sans mise à la terre

Dans les schémas sans mise à la terre, l'installation doit être isolée de la terre ou connectée à la terre par une impédance suffisamment élevée. Cette connexion doit être faite au point neutre du réseau.

Les masses doivent être mises à la terre.

Pour les schémas sans mise à la terre, les dispositifs de protection spécifiés en 7.2.1.1 doivent être soit:

- un dispositif de protection contre les surintensités, soit
- un dispositif différentiel.

NOTE Un dispositif différentiel assure un bon degré de protection des personnes dans la majorité des cas.

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

L'alimentation non dupliquée pour services essentiels ne doit pas être coupée par un premier défaut.

7 Protection against electric shock

7.1 Protection against direct contact

Assemblies shall have a degree of protection against direct contact of at least IP2X or IPXXB according to IEC 60529.

7.2 Protection against indirect contact

7.2.1 Protection by automatic disconnection of supply

7.2.1.1 General

A protective device (see 7.2.1.2 and 7.2.1.3) shall automatically disconnect the supply to the circuit or equipment in the event of a fault between a live part and an exposed conductive part. In unearthed 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 is fitted. A second fault shall result in automatic disconnection. A prospective touch voltage exceeding the safety extra-low voltage as defined in 3.1 shall not persist for a time sufficient to cause a risk of harmful physiological effect in a person.

7.2.1.2 Earthed systems

In earthed systems all exposed conductive parts of the installation shall be connected to the earthed point of the power system by protective conductors which shall be earthed at or near the relevant transformer or generator.

In earthed systems, the protective device specified in 7.2.1.1 shall be either

- an overcurrent protective device; or
- a residual-current protective device.

7.2.1.3 Non-earthed systems

In non-earthed systems, the installation shall be insulated from earth or connected to earth through a sufficiently high impedance. This connection shall be made at the neutral point of the system.

Exposed conductive parts shall be earthed.

In non-earthed systems, the protective device specified in 7.2.1.1 shall be either

- an overcurrent protective device; or
- a residual-current protective device.

NOTE A residual-current protective device will provide a substantial degree of personnel protection in most circumstances.

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

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

7.2.2 Protection par utilisation de matériels de classe II

La protection par utilisation de matériels de classe II (voir CEI 60536) ou par isolation équivalente est destinée à empêcher l'apparition de tensions dangereuses sur les parties accessibles des matériels électriques lors d'un défaut de l'isolation principale. Tous les matériels doivent procurer une protection contre les chocs électriques conformément à la classe II de la CEI 60536 et doivent être mis en œuvre conformément à la CEI 61140.

NOTE Pour des informations complémentaires, voir la CEI 61140.

7.2.3 Protection par séparation électrique

Le circuit utilisant du courant doit être séparé de l'installation d'alimentation de manière qu'en cas de défaut de l'isolation dans le circuit séparé aucune tension de contact dangereuse n'apparaisse.

8 Degré de protection

8.1 Degrés de protection procurés par les enveloppes

En fonction de leur emplacement, les matériels électriques doivent présenter des degrés de protection au moins égaux aux degrés indiqués dans le tableau 2, conformément à la CEI 60529.

Tableau 2 – Degrés de protection en accord avec la CEI 60529

Exemple d'emplacement	Générateurs	Moteurs	Transformateurs	Appareillages	Instruments	Dispositifs de sectionnement	Luminaires	Accessoires
Machine, barre (pont supérieur) et salles de commande	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP44
Local batteries							IP44+(Ex)	
Magasin général		IP22				IP44	IP44	IP44
Passerelle fermée; espaces de travail		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22
Espaces humides, gaines de ventilation, machines (au-dessus de parquet)	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP55	IP44	IP55
Espaces machines (sous parquet)*		IPX8			IPX8	IPX8	IPX8	
Passerelle ouverte		IP56		IP56	IP56	IP56	IP56	IP56
* Les matériels électriques ne doivent pas être mis en oeuvre sous les parquets des salles des machines, sauf en respectant ces indications.								

8.2 Protection contre les gouttes d'eau

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 actives et les isolations contre les gouttes d'eau.

7.2.2 Protection by use of class II equipment

Protection by use of class II equipment (see IEC 60536) or by equivalent insulation is intended to prevent the appearance of dangerous voltages on accessible parts of electrical equipment due to a fault in the basic insulation. All equipment shall provide protection against electric shock in accordance with class II of IEC 60536 and shall be installed in accordance with IEC 61140.

NOTE For further information see IEC 61140.

7.2.3 Protection by electrical separation

The current-using circuit shall be separated from the supply installation so that, in the event of an insulation fault in the separated circuit, no dangerous touch voltage can appear.

8 Degree of protection

8.1 General degree of protection provided by enclosures

Depending on its location, electrical equipment shall, as a minimum, have the degree of protection shown in table 2, which is in accordance with IEC 60529.

Table 2 – 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		IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22	IP22
Damp or humid spaces; ventilation pipes and engine room (above floor)	IP44	IP44	IP44	IP44	IP44	IP55	IP44	IP55
Engine room (below floor*)		IPX8			IPX8	IPX8	IPX8	
Open deck		IP56		IP56	IP56	IP56	IP56	IP56
* Electrical equipment shall not be installed below floor plates in engine rooms, except as indicated above.								

8.2 Protection from dripping water

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.

8.3 Entrées de câbles

Les entrées de câbles placées au sommet d'une enveloppe doivent être étanches (IP55 au moins), sauf si cette entrée ou liaison est prévue pour empêcher toute entrée d'eau. Pour les autres entrées, il convient que celles-ci présentent un degré de protection égal au degré IP du matériel.

NOTE Il est recommandé d'éviter des entrées de câbles sur la partie supérieure de l'enveloppe.

9 Câbles

9.1 Choix des câbles

9.1.1 Les câbles destinés à l'alimentation de puissance pour des tensions maximales jusqu'à 1 000 V doivent être choisis conformément aux paragraphes 9.2 à 9.10.

9.1.2 Les câbles de basse tension doivent être conformes à la CEI 60092-350 et doivent être sélectionnés installés conformément à la CEI 60092-352.

9.2 Conducteurs

Les conducteurs du câblage interne doivent être en cuivre et toronnés, et conformes à la CEI 60228, classe 2 ou classe 5.

NOTE L'utilisation de conducteurs rigides n'est pas recommandée en cas de vibration.

La tension assignée minimale des câbles est la suivante:

- 600 V pour les réseaux 120/230 V;
- 1 000 V pour les réseaux 400/440 V.

9.3 Revêtement de protection

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

NOTE Les câbles en polychlorure de vinyle (PVC), polyéthylène à sulfate de chlorure (CSP) et polychloroprène (PCP) sont considérés comme étanches dans ce contexte mais non appropriés à une immersion permanente dans des liquides.

9.3.2 Lors du choix des revêtements des câbles, il y a lieu de porter une attention particulière sur les actions mécaniques requises pour la manutention pendant l'installation et les 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 fourreaux ou conduits ou protégé mécaniquement. Les fourreaux ou conduits doivent présenter des caractéristiques de non propagation de la flamme.

9.3.3 Tous les câbles doivent, au minimum, présenter des caractéristiques de non propagation de la flamme conformes à la CEI 60332-1. De plus, il y a lieu de se référer aux prescriptions de la CEI/TR2 60332-3 pour les câbles en faisceaux.

9.3.4 Des gaines de câbles (telles qu'en PVC) peuvent réagir chimiquement au contact de mousse polyuréthane. Il convient que le risque soit évité par le choix des câbles effectué en conséquence, par une protection mécanique ou toute autre méthode d'installation appropriée.

8.3 Cable entry

Cable entries positioned on top of an enclosure shall be water-tight (at least IP55) unless the cable entry plate or cable attachment is made so as to exclude water entry. For other positions, cable entries should have an IP rating equal to that of the equipment.

NOTE Cable entries on the top of an enclosure should be avoided.

9 Cables

9.1 Selection of cable

9.1.1 Cables intended for power systems for maximum voltages up to 1 000 V shall be selected in accordance with 9.2 to 9.10.

9.1.2 Low-voltage cables shall conform to IEC 60092-350 and shall be selected and installed in accordance with IEC 60092-352.

9.2 Conductors

The conductors used in cables for internal wiring of equipment shall be copper and stranded, conforming to class 2 or class 5 of IEC 60228.

NOTE The use of solid conductors is not recommended where vibration is present.

Cables shall have a minimum voltage rating as follows:

- 600 V for 120/230 V systems;
- 1 000 V for 400/440 V systems.

9.3 Protective coverings

9.3.1 Cables fitted on decks exposed to the weather, in damp and wet locations (e.g. bathrooms), in refrigerated spaces, in machinery spaces and wherever water condensation or harmful vapours (including oil vapour) may be present, shall have an impervious sheath.

NOTE Polyvinyl chloride (PVC), chlorosulphonated-polyethylene (CSP) and polychloroprene (PCP) sheaths are considered as impervious in this context, although not suitable for permanent immersion in liquids.

9.3.2 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 mechanical strength of the protective covering is considered insufficient, the cable shall be fitted into pipes or conduits, or be otherwise mechanically protected. Pipes or conduits shall be of flame-retardant material.

9.3.3 All cables shall have flame-retarding characteristics that conform to IEC 60332-1 as a minimum. In addition, consideration should be given to the requirements of IEC/TR2 60332-3 for the performance of cables installed in bunches.

9.3.4 Some cable sheaths (such as PVC) may react chemically in contact with polyurethane foam. The risk should be avoided by suitable choice of cable, mechanical protection or other appropriate installation method.

9.4 Détermination des sections des conducteurs

9.4.1 Le courant dans chaque câble avec ses facteurs de correction ne doit pas être inférieur à son courant admissible. Il doit être calculé en tenant compte des facteurs de correction (voir 9.6 à 9.8) en fonctionnement permanent. Le courant le plus élevé doit être calculé à partir des charges et des facteurs de simultanéité des divers circuits concernés, fournis par le câble.

9.4.2 Les sections des conducteurs doivent être déterminées de manière à ce que la chute de tension entre le tableau général de distribution ou le tableau de secours et un point quelconque de l'installation ne dépasse pas 6 % de la tension normale en service à pleine charge (voir note 2). Pour une alimentation par batteries sous une tension ne dépassant pas 50 V, cette chute de tension peut être portée à 10 %.

NOTE 1 La section d'un conducteur entre le générateur et les batteries est essentielle pour un taux de charge des batteries satisfaisant. Il convient qu'une chute de tension soit inférieure ou égale à 1 % de la tension assignée de charge.

NOTE 2 Les valeurs de chutes de tension données en 9.4.2 sont applicables en régime permanent. Pour des conditions particulières temporaires telles que le démarrage de moteurs, des chutes de tension plus élevées peuvent être admises si l'installation peut supporter les effets de telles chutes de tension.

9.4.3 La section minimale de la connexion en cuivre à la terre pour le matériel doit être la suivante:

- a) conducteur de protection dans un câble souple ou cordon:
 - 1) section égale à celle du conducteur actif si cette section est inférieure ou égale à 16 mm^2 ; ou
 - 2) section égale à la moitié de celle des conducteurs actifs si cette dernière est supérieure à 16 mm^2 , avec un minimum de 16 mm^2 ;
- b) conducteur de protection dans un câble multiconducteur fixe:
 - 1) section égale à celle des conducteurs principaux si cette section est inférieure ou égale à 16 mm^2 avec un minimum de $1,5 \text{ mm}^2$; ou
 - 2) section non inférieure à la moitié de celle des conducteurs principaux si cette dernière est supérieure à 16 mm^2 , avec un minimum de 16 mm^2 .

9.5 Courants admissibles en fonctionnement permanent

9.5.1 Le courant admissible en fonctionnement permanent recommandé pour des câbles unipolaires avec diverses isolations est donné dans le tableau 3.

Ces courants admissibles sont applicables à tout type normal d'isolation et aux câbles armés et non armés.

NOTE Les valeurs du tableau 3 ont été calculées pour une température ambiante de 45°C en admettant que la température du conducteur est égale à la température maximale admissible assignée à l'isolation et qu'elle est maintenue, dans le cas de quatre câbles groupés et installés à l'air libre.

9.5.2 Pour les câbles à deux, trois ou quatre conducteurs, il convient que les intensités admissibles données dans le tableau 3 soient multipliées par les facteurs de correction suivants:

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

9.4 Determination of the cross-sectional areas of conductors

9.4.1 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 (see 9.6, 9.7 and 9.8) 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.

9.4.2 The cross-sectional area of conductors shall be so determined that the voltage drop from the main or emergency switchboard bus-bars to any point in the installation, under normal conditions of service with maximum current (see note 2), does not exceed 6 % of the nominal voltage, or 10 % of the nominal voltage for supply from batteries with a voltage not exceeding 50 V.

NOTE 1 The cross-section of the conductor 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.

NOTE 2 The values for voltage drop specified in 9.4.2 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.

9.4.3 The minimum cross-sectional area of the copper earthing connection for equipment shall be as follows:

- a) for earth-continuity conductor (protective conductor) in flexible cable or flexible cord:
 - 1) a cross-section equal to that of the current-carrying conductor if the latter is less than or equal to 16 mm²; or
 - 2) a cross-section equal to 50 % of that of the current-carrying conductor if the latter is greater than 16 mm², subject to a minimum of 16 mm²;
- b) for earth-continuity conductor incorporated in fixed multicore cable:
 - 1) 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; or
 - 2) a cross-section of not less than 50 % of the cross-section of the main conductor if the latter is more than 16 mm², subject to a minimum of 16 mm².

9.5 Current ratings for continuous service

9.5.1 The current ratings recommended for single-core cables in continuous service, for various insulating materials, are given in table 3.

These current ratings apply to all normal sheathing materials and to both armoured and unarmoured cables.

NOTE The values in table 3 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.

9.5.2 For two-, three- and four-core cables, the recommended current ratings given in table 3 should be multiplied by the following correction factors:

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

Tableau 3 – Intensités assignées en service permanent pour des câbles unipolaires (température ambiante de 45 °C)

1	2	3	4	5	6
Section nominale du conducteur <i>S</i>	Isolation du câble				
	PVC classique	PVC résistant à la chaleur	Caoutchouc butyl	PR EPR	Caoutchouc silicone et isolation minérale
	Température maximale admissible du conducteur				
	60 °C	75 °C	80 °C	85 °C	95 °C
mm ²	A	A	A	A	A
1	8	13	15	16	20
1,5	12	17	19	20	24
2,5	17	24	26	28	32
4	22	32	35	38	42
6	29	41	45	48	55
10	40	57	63	67	75
16	54	76	84	90	100
25	71	100	110	120	135
35	87	125	140	145	165
50	105	150	165	180	200

NOTE 1 Les intensités assignées *I*, en ampères, ont été calculées pour chaque section nominale *S*, en millimètres carrés, 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:

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

NOTE 2 Si un câble à isolation minérale est installé de manière que sa gaine en cuivre puisse être touchée à la main alors qu'il est en service, il convient que l'intensité assignée indiquée dans la colonne 6 soit multipliée par un facteur de correction de 0,70 afin que la température de la gaine ne dépasse pas 70 °C.

9.6 Facteurs de correction pour des températures ambiantes différentes

La température ambiante de 45 °C pour laquelle les valeurs assignées du tableau 3 ont été calculées est considérée comme une valeur normale 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 ambiant autour du câble est supérieure à 45 °C, il convient que les intensités assignées du tableau 3 soient réduites. Les facteurs de correction appropriés dans ce cas sont donnés dans le tableau 4 ci-après.

**Table 3 – Recommended current ratings for single-core cables in continuous service
(ambient temperature 45 °C)**

1	2	3	4	5	6
Nominal cross-sectional area of conductor S	Cable insulation				
	General purpose PVC	Heat resistant PVC	Butyl rubber	EPR and XLPE	Silicone rubber and mineral insulation
	Maximum permissible service temperature of the conductor				
	60 °C	75 °C	80 °C	85 °C	95 °C
mm ²	A	A	A	A	A
1	8	13	15	16	20
1,5	12	17	19	20	24
2,5	17	24	26	28	32
4	22	32	35	38	42
6	29	41	45	48	55
10	40	57	63	67	75
16	54	76	84	90	100
25	71	100	110	120	135
35	87	125	140	145	165
50	105	150	165	180	200

NOTE 1 The current ratings, I , in amperes, have been calculated for each nominal cross-sectional area S in square millimetres, using the formula:

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

where α is a coefficient related to the maximum permissible service temperature of the conductor as follows:

Maximum permissible temperature of the conductor		60 °C	75 °C	80 °C	85 °C	95 °C
Value of α	For nominal cross-sectional area					
	$S \geq 2,5 \text{ mm}^2$	9,5	13,5	15	16	18
	$S < 2,5 \text{ mm}^2$	8	13	15	16	20

NOTE 2 When a mineral insulated cable is installed in a location where its copper sheath is liable to be touched by hand when in service, the current rating shown in column 6 should be multiplied by the correction factor 0,70 to ensure that the sheath temperature does not exceed 70 °C.

9.6 Correction factors for different ambient air temperatures

The ambient temperature of 45 °C, on which the current ratings in table 3 are based, is considered to be a standard value for the ambient air temperature, generally applicable for any kind of craft 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 3 should be reduced using the correction factors given in table 4.

Tableau 4 – Facteurs de correction pour diverses températures ambiantes

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Température maximale du conducteur	Facteurs de correction										
	Température ambiante °C										
°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

9.7 Facteurs de correction pour groupements de câbles

9.7.1 Les intensités assignées du tableau 3 (et celles qui en sont déduites) sont applicables sans facteur de correction pour groupements sauf si 9.7.2 est applicable.

9.7.2 Un facteur de correction de 0,85 doit être appliqué pour des câbles groupés sur des tablettes, dans des conduits, tuyaux ou goulottes s'ils sont plus de six, s'ils peuvent être amenés à fonctionner à pleine charge simultanément, et s'ils sont fixés de telle sorte qu'il n'y a pas de circulation d'air entre eux.

NOTE Des câbles sont dits «groupés» si deux ou davantage sont dans un même conduit, ou, s'ils sont à l'air libre, s'ils ne sont pas séparés.

9.8 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 3 peut être augmenté en utilisant le facteur de correction du tableau 5.

Tableau 5 – Facteurs de correction pour une utilisation d'une demi-heure et d'une heure

1	2	3
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

Table 4 – Correction factors for various ambient air temperatures

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Maximum conductor temperature	Correction factors										
	Ambient air temperature °C										
°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

9.7 Correction factors for cable bunching

9.7.1 The current rating values given in table 3 (and those derived therefrom) may be used without further correction for bunching unless 9.7.2 applies.

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

NOTE Cables are said to be bunched when two or more are contained within a single conduit or duct, or, if not enclosed, are not separated from each other.

9.8 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 3 may be increased using the relevant rating correction factor given in table 5.

Table 5 – Correction factors for half-hour and one-hour service

1	2	3
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

9.9 Connexion de câbles en parallèle

Les câbles dont les conducteurs ont une section inférieure à 10 mm^2 ne doivent pas être connectés en parallèle.

NOTE 1 L'intensité admissible de câbles connectés en parallèle est la somme des intensités assignées de tous les conducteurs en parallèle en supposant que les câbles ont des impédances, des sections et des températures de conducteurs égales.

NOTE 2 Voir les recommandations de l'article 28 de la CEI 60092-352 relatives aux prescriptions particulières pour le câblage de câbles monoconducteurs a.c.

9.10 Séparation physique des circuits

9.10.1 Des câbles séparés physiquement doivent être utilisés pour tous les circuits nécessitant une protection individuelle contre les surcharges 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) qui peuvent être disposés dans le même câble que le circuit principal si ces circuits sont sectionnés par le même dispositif; et
- b) les circuits non essentiels de tension de sécurité inférieure ou égale à celle indiquée en 3.1 de la présente norme.

9.10.2 Dans le cas d'équipements électriques fournissant des services essentiels pour lesquels deux alimentations sont obligatoires tels que la barre, les câbles d'alimentation et les câbles associés doivent cheminer sur des parcours différents, lesquels doivent être, autant que possible, séparés à la fois horizontalement et verticalement.

9.10.3 S'il est nécessaire de regrouper en un même clip, presse-étoupe ou conduit, les câbles ayant des matériaux d'isolation différents avec une température du conducteur maximale assignée différente, la taille des câbles doit être suffisante pour assurer qu'aucun câble ne dépasse sa température assignée.

NOTE Il convient de ne pas regrouper des câbles ayant des matériaux d'isolation différents avec des températures de conducteur maximales assignées différentes.

10 Protection contre les surintensités

10.1 Généralités

10.1.1 Les dispositifs de protection contre les surintensités doivent assurer une protection sélective. Voir aussi la CEI 60724.

10.1.2 Les circuits 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 sur tous les conducteurs non mis à la terre. Le matériel de protection doit avoir une valeur assignée de court-circuit égale à ou excédant le courant calculé de court-circuit au point de calcul.

10.1.3 Les circuits terminaux reliés à un tableau de distribution doivent être protégés par un disjoncteur ou un fusible sur chaque conducteur isolé, sauf spécifications contraires. Ces circuits peuvent être commandés par des interrupteurs unipolaires.

10.1.4 Les disjoncteurs doivent être à réarmement manuel et à protection instantanée contre les courts-circuits. Pour la protection contre les surcharges, voir 10.3.

10.1.5 Les disjoncteurs et les fusibles doivent être fabriqués en accord avec la norme CEI appropriée ou construits conformément à une norme nationale ou internationale.

9.9 Parallel connection of cables

Cables with conductors of cross-section less than 10 mm^2 shall not be connected in parallel.

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

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

9.10 Segregation of circuits

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

- a) a control circuit which is taken from its main circuit (e.g. 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; and
- b) non-essential circuits with voltages not exceeding the safety extra-low voltage as defined in 3.1 of this standard may be carried in the same cable.

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

9.10.3 If it is necessary to bunch in a common clip, gland, conduit or duct 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.

NOTE The bunching of cables which have insulating materials with different maximum rated conductor temperatures should be avoided.

10 Protection against overcurrent

10.1 General

10.1.1 Overcurrent protective devices shall ensure discrimination between protective devices in series. See also IEC 60724.

10.1.2 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 in each unearthed pole. Protection equipment shall have a short-circuit rating equal to or in excess of the calculated short-circuit current at the point of calculation.

10.1.3 Final circuits connected to a distribution panel shall be protected, unless otherwise specified, by a fuse or a circuit-breaker in each unearthed pole. These circuits may be controlled by single-pole switches.

10.1.4 Circuit-breakers shall be of a manual-reset type with instantaneous short-circuit protection. For overload protection, see 10.3.

10.1.5 Circuit-breakers and fuses shall be manufactured in accordance with the appropriate IEC standard or constructed in accordance with a national standard or an international standard.

10.1.6 L'utilisation de fusibles associés à un sectionneur ou contacteur est permise pour des générateurs de puissance jusqu'à 50 kW/kVA.

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

10.1.7 Le disjoncteur du générateur doit présenter

- une protection magnétique retardée contre les surintensités (par exemple retard de 15 s);
- une protection magnétique retardée contre les courts-circuits (par exemple retard de 500 ms), et
- une protection retardée contre les baisses de tension (par exemple retard de 500 ms).

Les dispositifs de protection thermique ne doivent pas être utilisés pour une protection contre les surintensités.

10.1.8 Les conducteurs non mis à la terre issus de générateurs, de batteries ou de générateurs solaires, à l'exception de générateurs autolimités, doivent être protégés par des disjoncteurs ou des fusibles, associés à un interrupteur ou à un contacteur.

10.1.9 Les dispositifs de protection contre les courts-circuits et les surintensités ne doivent pas couper les conducteurs mis à la terre.

10.2 Applications particulières

Les circuits alimentant des équipements 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 et être clairement identifiables.

10.3 Protection contre les surcharges

10.3.1 Une protection contre les surcharges doit être prévue sur tous les conducteurs non mis à la terre, à l'exception des circuits continus isolés et des circuits isolés monophasés et triphasés avec des charges équilibrées, où cette protection peut être omise dans un conducteur.

10.3.2 La protection contre les surcharges doit présenter une caractéristique de déclenchement appropriée à la protection contre les surcharges de l'équipement.

11 Instruments de mesure

11.1 Instrumentation pour générateurs à courant continu

11.1.1 Les générateurs de puissance de 2 kW ou plus, ne fonctionnant pas en parallèle, doivent être pourvus d'au moins un voltmètre et un ampèremètre.

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

11.1.3 Pour des générateurs compound avec connexions d'équipotentialité, l'ampèremètre doit être connecté au pôle de signe opposé à celui connecté aux enroulements en série du générateur.

10.1.6 Fuses shall not be used in connection with a switch or contactor for generators of more than 50 kW / kVA.

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

10.1.7 A generator circuit-breaker shall have each of the following:

- magnetic overcurrent release which is time delayed (e.g. 15 s);
- magnetic short-circuit release which is short-time delayed (e.g. 500 ms); and
- under-voltage release which is short-time delayed (e.g. 500 ms).

Thermal release devices shall not be used for overcurrent protection.

10.1.8 Unearthed output conductors from a generator, battery or solar generator, except for a self-limiting generator, shall be protected by circuit-breakers or fuses in connection with a switch or contactor.

10.1.9 Short-circuit or overload protective devices shall not interrupt earthed lines.

10.2 Special applications

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

10.3 Overload protection

10.3.1 Overload protection shall be provided in each non-earthed line of a circuit except that, for insulated d.c. circuits, insulated single-phase circuits and insulated three-phase circuits with substantially balanced loads, the overload protection may be omitted in one line.

10.3.2 The overload protection shall have a tripping characteristic which is adequate to protect the overloaded equipment.

11 Measuring instruments

11.1 Instruments for d.c. generators

11.1.1 Generators of 2 kW output or more, which are not operated in parallel, shall be provided with at least one voltmeter and one ammeter.

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

11.1.3 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.

11.2 Instrumentation pour les générateurs à courant alternatif

11.2.1 Les générateurs ne fonctionnant pas en parallèle – exception faite des générateurs monophasés de puissance inférieure à 2 kW – doivent être pourvus d'au moins un voltmètre, un fréquencemètre et un ampèremètre dans chaque phase (ou un ampèremètre avec un permutateur lui permettant de mesurer le courant dans chaque phase).

11.2.2 Les générateurs fonctionnant en parallèle doivent être pourvus d'un wattmètre et un ampèremètre dans chaque conducteur de phase (ou un ampèremètre avec un permutateur permettant de lire le courant dans chaque phase).

11.2.3 Les générateurs fonctionnant en parallèle doivent être pourvus d'une protection contre le retour de puissance. Le fonctionnement du disjoncteur du générateur doit être retardé (par exemple 5 s).

11.2.4 Pour un fonctionnement en parallèle, il doit être prévu deux voltmètres, deux fréquencemètres et un dispositif de synchronisation comprenant soit un synchronoscope et des lampes, soit un dispositif analogue. Un voltmètre et un fréquencemètre doivent être reliés aux barres de distribution; l'autre voltmètre et l'autre fréquencemètre doivent avoir un permutateur pour permettre la mesure de la tension et de la fréquence de tout générateur.

12 Matériels d'utilisation

12.1 Génératrices et moteurs

Toutes les machines électriques, y compris les propulseurs d'étrave avec des convertisseurs statiques, doivent être conformes aux prescriptions applicables de la CEI 60092-301.

12.2 Générateurs solaires

Les modules de générateurs solaires doivent être mécaniquement stables et sûrs électriquement. Les modules doivent être résistants aux influences externes: humidité, ozone, eau de mer et température extrême.

12.3 Transformateurs

Les transformateurs utilisés pour la puissance et l'éclairage, et comme des convertisseurs statiques, des transformateurs de démarrage, des équilibres statiques, des réactances saturables et des transductances, y compris les transformateurs monophasés de puissance assignée inférieure à 1 kVA et les transformateurs triphasés de puissance assignée inférieure à 5 kVA, doivent être conformes à la CEI 60092-303, sauf prescriptions contraires en 12.4 à 12.9.

12.4 Ensembles d'appareillages

12.4.1 Sauf spécifications contraires, tous les tableaux de distribution, les ensembles d'appareillage et leurs composants doivent être conformes à la CEI 60092-302.

12.4.2 Les enveloppes doivent être métalliques ou du type non propagateur de la flamme et doivent être construits et situés de manière que les ensembles d'appareillage soient aisément accessibles.

12.4.3 Les disjoncteurs doivent être conformes à toutes les parties de la CEI 60947 ou de la CEI 60934 ou encore de la CEI 60898.

12.4.4 Tous les circuits terminaux doivent être connectés aux tableaux de distribution.

11.2 Instruments for a.c. generators

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

11.2.2 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).

11.2.3 Generators for parallel operation shall be provided with reverse power protection. The tripping of the generator circuit-breaker shall be time delayed (e.g. 5 s).

11.2.4 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.

12 Equipment

12.1 Generators and motors

Electrical machines, including shaft generators with static convertors, shall comply with all the relevant requirements of IEC 60092-301.

12.2 Solar generators

Solar generator modules shall be mechanically stable and electrically safe. The module shall be resistant against environmental influences including humidity, ozone, sea water and extreme temperature.

12.3 Transformers

Transformers used for power, lighting and as static convertors, starting transformers, static balancers, saturable reactors and transducers, 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, unless otherwise specified in 12.4 to 12.9.

12.4 Switchgear and controlgear assemblies

12.4.1 Unless otherwise specified, all distribution boards, switchgear and controlgear assemblies and their components shall comply with IEC 60092-302.

12.4.2 Enclosures shall be metal or of a flame-retardant material, and shall be constructed or located so that the switchgear and controlgear is readily accessible.

12.4.3 Circuit-breakers shall comply with all parts of IEC 60947, or with IEC 60934 or IEC 60898.

12.4.4 All final circuits shall be connected to distribution boards.

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

12.4.6 Les lignes de fuite et distances dans l'air des barres doivent être conformes aux valeurs du tableau 6 ci-après.

Tableau 6 – Lignes de fuite et distances dans l'air minimales des barres

Tension assignée d'isolement V	Lignes de fuite minimales mm	Distances dans l'air minimales mm
≤ 250	15	20
> 250 à < 690	20	25

12.4.7 Chaque dispositif de sectionnement doit être conçu et disposé pour qu'en position ouverte, il ne puisse pas accidentellement bouger suffisamment pour fermer le circuit.

Si possible, il est recommandé que les fusibles de calibres différents soient séparés les uns des autres.

12.5 Batteries d'accumulateurs

12.5.1 Les batteries d'accumulateurs doivent être conformes aux règles applicables de la CEI 60092-305.

12.5.2 Les batteries d'accumulateurs doivent être équipées de dispositifs de sectionnement. Ces dispositifs ne doivent pas être placés dans les locaux batteries ou leurs enveloppes.

12.6 Chargeurs de batteries

12.6.1 Les chargeurs de batteries doivent contenir une protection contre la surcharge ou la surtension et doivent présenter un indicateur de charge.

12.6.2 Les dispositifs de charge doivent être tels que, lorsque la batterie est complètement déchargée, elle puisse être rechargée à 80 % de sa charge dans les 10 h (voir 4.2) sans dépasser un taux sûr de charge, et en tenant compte des prescriptions de service.

12.6.3 Les régulateurs de charge utilisés pour les générateurs solaires doivent être spécialement conçus pour usage dans des systèmes photovoltaïques. Ils peuvent être utilisés avec des batteries 12 V ou 24 V, mais doivent dans ce cas être équipés d'un limiteur de tension de dégazage approprié à la batterie.

12.6.4 Une protection contre une inversion de courant de charge doit être prévue.

12.7 Système de démarrage du moteur

Un navire dont le seul mode de propulsion est un moteur à combustion interne, avec démarrage électrique, doit être prévu avec deux batteries ou groupes de batteries, chacun étant de puissance suffisante pour démarrer le moteur. Une batterie ou groupe de batteries peut aussi alimenter d'autres services.

12.8 Luminaires

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

12.4.5 Busbars and their connections shall be made of copper and shall be designed to withstand mechanical stresses due to short-circuiting. Maximum temperature rise shall be 45 °C.

12.4.6 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

12.4.7 Switching devices shall be so designed and arranged that when in the off position, they cannot accidentally move sufficiently to close the circuit.

Wherever possible, fuses of circuits of different nominal voltages should be separated from each other.

12.5 Accumulator batteries

12.5.1 Accumulator batteries shall comply with the relevant requirements of IEC 60092-305.

12.5.2 Accumulator batteries shall be installed with switches for isolation. Switches shall not be placed in battery compartments or containers.

12.6 Battery chargers

12.6.1 Chargers shall incorporate protection against overcharging and overvoltage, and shall have a charge indicator.

12.6.2 The charging facilities shall be such that the completely discharged battery can be charged to 80 % charge within 10 h (see 4.2) without exceeding a safe charge rate and having due regard for service requirements.

12.6.3 Charge regulators used with a solar generator shall be specially designed for use in photovoltaic systems. They may be used for 12 V or 24 V battery installations, but shall be fitted with a limiter, set to the gassing voltage appropriate for the battery.

12.6.4 Protection against reversal of the charging current shall be provided.

12.7 Engine starting system

Craft in which the only means of propulsion is an internal combustion engine with electric starting shall be provided with two batteries or a group of batteries, each one of sufficient capacity to start the engine. One battery or group of batteries may also supply other services.

12.8 Luminaires

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

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

12.9 Appareils de chauffage et de cuisson

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

13 Installation

13.1 Mise à la terre

13.1.1 Les conducteurs de mise à la terre doivent être en cuivre ou en un autre matériau résistant à la corrosion et doivent être fixés de manière sûre et protégés contre les chocs et contre la corrosion galvanique.

13.1.2 La section nominale du conducteur de terre fixe séparé ne doit pas être inférieure à la moitié de la section des conducteurs actifs avec un minimum de 3 mm².

Pour la continuité d'un conducteur de protection incorporé dans un câble fixe, voir 9.4.3.

13.1.3 Les parties métalliques accessibles de l'installation électrique autres que les parties actives doivent être mises à la terre.

13.1.4 Les enveloppes métalliques des matériels électriques doivent être reliées à la terre du navire ou présenter une double isolation.

NOTE Il est recommandé que les circuits terminaux alimentant des socles de prise de courant et des applications fixes avec contact de terre dans des ateliers, laveries, salles d'eau, ou autres locaux exposés à l'eau, soient protégés par des dispositifs différentiels.

13.1.5 Dans les navires non métalliques, une connexion doit être réalisée entre le bâti moteur, le support du générateur, les canalisations métalliques du carburant et la prise de terre. La prise de terre doit être en cuivre ou autre matériau compatible avec l'eau de mer, et sa surface doit être supérieure ou égale à 0,25 m². Elle doit être assujettie à l'extérieur de la coque en un emplacement spécifié sous la ligne de flottaison afin d'être toujours immergée quelles que soient les conditions d'inclinaison de la coque.

13.1.6 Pour les navires métalliques, et particulièrement ceux en alliage d'aluminium, il est recommandé que les systèmes de commande des moteurs à combustion interne soient isolés de la mise à la terre des moteurs.

13.2 Câbles

13.2.1 Les cheminements des câbles doivent être directs, maintenus efficacement et sûrement sans endommager leurs gaines. La protection au feu, l'étanchéité à l'eau ou aux gaz des ponts et cloisons ne doivent pas être compromises par la pénétration des câbles.

13.2.2 Les cheminements des câbles doivent être conçus pour éviter les zones à risque d'incendie et de chocs mécaniques. Les câbles doivent être installés de façon à être protégés des risques prévisibles et des chocs.

13.2.3 Les câbles doivent cheminer sur des supports métalliques attachés de manière qu'ils ne tombent pas en cas d'incendie. Les espacements entre attaches ne doivent pas dépasser 300 mm pour les câbles non armés et 450 mm pour les câbles armés. Il est recommandé que les supports et accessoires soient résistants à la corrosion et protégés contre la corrosion.

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

12.9 Heating and cooking appliances

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

13 Installation

13.1 Earthing

13.1.1 Every earthing connection shall be made of copper or another corrosion-resistant material and shall be securely installed and protected against damage and against galvanic corrosion.

13.1.2 The nominal cross-sectional area of a separate fixed earthing conductor (or earthing jumper) shall be not less than one half the cross-sectional area of the current-carrying conductor, but subject to a minimum of 3 mm².

For an earth continuity conductor incorporated in a fixed cable, see 9.4.3.

13.1.3 Accessible metal parts of the electrical installation, other than current-carrying parts, shall be earthed.

13.1.4 Metallic enclosures of electrical apparatus shall be connected to the craft's common earth system or be constructed in accordance with the principle of double insulation.

NOTE For final circuits supplying socket outlets and fixed appliances for earthed systems in a workshop, laundry, bathroom, galley or similar damp space, supplementary protection by a residual (differential) current device (RCD) is recommended.

13.1.5 In non-metallic craft, connection shall be provided between the generator frame, engine bedplate, metallic elements of the fuel system and the earthing plate. The earthing plate 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.

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

13.2 Cables

13.2.1 Cable runs shall be straight, and effectively supported and secured without damage to their sheaths. Cable penetrations shall not impair the effectiveness of fire protection, watertightness or gas-tight decks and bulkheads.

13.2.2 Cable runs shall be designed to avoid areas of fire risk and areas where there is risk of mechanical damage. Cables shall be installed so as to be protected from foreseeable risks and damage.

13.2.3 Cables shall be supported by metallic tied supports which will ensure that they do not fall in the event of a fire. The distance between these supports shall not exceed 300 mm for unsheathed cables, or 450 mm for sheathed cables. Supports and accessories shall be corrosion-resistant, or protected against corrosion.

13.2.4 Le choix des matériaux pour les presse-étoupe et les manchons doit être tel qu'il n'y ait aucun risque de corrosion ou de dommage pour les câbles et la structure du navire.

13.2.5 Les rayons de courbure doivent être conformes aux instructions du constructeur.

13.3 Batteries d'accumulateurs

13.3.1 Les éléments doivent être appropriés au roulis et tangage du bateau et protégés contre les chutes d'objets. Pour une gîte de plus de 45°, l'électrolyte ne doit pas fuir. Les batteries doivent être protégées contre les déplacements, et les batteries des navires à voile doivent être fixées afin de ne pas chuter en cas de retournement du navire.

13.3.2 Les dalots ou enveloppes prévus doivent être résistants aux effets de l'électrolyte.

13.3.3 Les connecteurs terminaux de batterie qui dépendent de la tension d'un ressort pour leur connexion mécanique ne doivent pas être utilisés.

13.3.4 Une ventilation ou un procédé analogue doit être prévue pour l'évacuation des gaz d'hydrogène libérés par la batterie.

NOTE La possibilité de connecter plusieurs ensembles de batteries en parallèle est à éviter afin d'empêcher la circulation d'un courant important.

13.4 Emplacement des batteries ventilées

13.4.1 Les batteries d'accumulation acide-plomb et alcalines ne doivent pas être placées dans un même local ou conteneur ou à proximité immédiate.

13.4.2 Les batteries rechargées par des dispositifs de puissance supérieure à 2 kW doivent être situées dans des locaux bien ventilés destinés aux seules batteries ou, si cela n'est pas possible, dans un emplacement du pont bien ventilé.

13.4.3 Les batteries rechargées par des dispositifs de puissance comprise entre 0,2 kW et 2 kW doivent être placées dans une enveloppe ou un caisson placé dans le local machine ou dans tout autre emplacement approprié et ventilé.

13.4.4 Les batteries rechargées par des dispositifs de puissance inférieure à 0,2 kW doivent être placées sans support particulier dans n'importe quel emplacement ou conteneur approprié.

13.4.5 Les locaux batteries et les conteneurs doivent être bien ventilés de manière que l'hydrogène et l'oxygène ne puissent pas s'accumuler.

13.4.6 Une entrée d'air dans un local ou une enveloppe de batteries doit se situer sous le niveau des batteries et la sortie d'air doit se situer au point le plus haut de l'enveloppe ou du local et doit être atteinte directement avec des rayons de courbure inférieurs ou égaux à 45°.

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

13.4.8 En cas de ventilation mécanique, le débit de ventilation (q) en litres par heure (l/h) doit être au moins égal à

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

où

n est le nombre d'éléments en série;

I = 25 % du courant maximal de charge, en ampères.

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

13.2.5 Bending radii shall conform to the cable manufacturer's documentation.

13.3 Accumulator (storage) batteries

13.3.1 The cells shall be suitable for movements and inclinations occurring during pleasure craft use and shall be protected against falling objects. At inclinations up to 45°, electrolyte shall not leak. Batteries shall be secured against movement. On sailing craft, batteries shall be secured sufficiently to prevent them from breaking free in the event of a complete capsize (i.e. inversion).

13.3.2 Drip trays or containers shall be provided which are resistant to the effects of electrolyte.

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

13.3.4 A vent system or other means shall be provided to permit the discharge from the vessel of hydrogen gas released by battery.

NOTE Arrangements which permit different battery banks to be operated in parallel are not recommended, as they can result in depletion of a charged set through a depleted set and a high circulating current.

13.4 Location of vented batteries

13.4.1 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.

13.4.2 Batteries charged by chargers of more than 2 kW shall be placed in a well-ventilated compartment assigned to batteries only or, if such a compartment is not available, in a suitable well-ventilated locker placed on open deck.

13.4.3 Batteries charged by chargers of between 0,2 kW and 2 kW shall be placed in a box or locker in the machinery space or in a similar well-ventilated compartment.

13.4.4 Batteries charged by chargers of less than 0,2 kW may be installed without any special holder in any suitable compartment or container.

13.4.5 All battery compartments or containers shall be well ventilated to free air so that hydrogen and oxygen cannot accumulate.

13.4.6 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°.

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

13.4.8 Where mechanical ventilation is used, 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 = 25 % of the maximum current of the charger, in amperes.