IEC 60092-504

Edition 4.0 2016-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electrical installations in ships – Part 504: Automation, control and instrumentation

Installations électriques à bord des navires – Partie 504: Automatisation, commande et instrumentation

IEC 60092-504:2016-09(en-fr)

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary
65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

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

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary
65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC 60092-504

Edition 4.0 2016-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electrical installations in ships – Part 504: Automation, control and instrumentation

Installations électriques à bord des navires – Partie 504: Automatisation, commande et instrumentation

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 47.020.60

ISBN 978-2-8322-3622-2

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 9
1 Scope 10
2 Normative references 10
3 Terms and definitions 12
4 General requirements 15
4.1 Dependability 15
4.2 Safety 15
4.3 Segregation 15
4.4 Performance 15
4.5 Usability 15
4.6 Integration 15
4.7 Development activities 15
5 Environmental type testing parameters 16
5.1 General 16
5.2 Performance 16
6 Design 22
6.1 Environmental and supply conditions 22
6.2 Circuit design 23
6.3 Mutual effects 23
6.4 Electrical subdivision 23
6.5 Signal level 23
6.6 Power supply 23
6.6.1 Independent supplies 23
6.6.2 Capacity 23
6.6.3 Protection 23
7 Construction and materials 24
7.1 Adjustments 24
7.2 Accessibility 24
7.3 Replacement 24
7.4 Non-interchangeability 24
7.5 Cooling 24
7.6 Mechanical load on connectors 24
7.7 Mechanical features of cabinets 24
7.8 Shock and vibration absorbers 25
7.9 Internal wiring 25
7.10 Cable connections 25
8 Installation and ergonomics 25
8.1 General 25
8.1.1 Layout 25
8.1.2 Compatibility 25
8.1.3 Labelling 25
8.1.4 Labels 25
8.1.5 Display colours 26
8.1.6 Illumination 26
8.1.7 Protection against fluid leakage 26

8.1.8 Protection from condensation 26
8.1.9 External cables and wiring 26
8.2 Sensors 26
8.2.1 Location of sensors 26
8.2.2 Temperature sensors 26
8.2.3 Pressure sensors 26
8.2.4 Water level detectors on bulk carriers 26
8.2.5 Enclosure 27
8.2.6 Testing and calibration 27
8.2.7 Presentation of information 27
8.3 Controls 27
8.3.1 Remote controls 27
8.3.2 Man-machine interface 28
8.4 Alert systems 28
9 Specific installations 28
9.1 Fire safety systems 28
9.2 Bilge systems 28
9.3 Machinery alert installations 28
9.3.1 General 28
9.3.2 Alert requirements 29
9.3.3 Display of information 29
9.3.4 Supply arrangements 30
9.3.5 Design 30
9.4 Power management systems 31
9.4.1 General 31
9.4.2 Automatic starting and stopping of main power supply equipment 32
9.4.3 Heavy load request and power reserve calculation 33
9.4.4 Black-out recovery 33
9.4.5 Load sharing and frequency control 33
9.4.6 Shut-down of diesel engine 34
9.4.7 Automatic disconnection of non-essential consumers 34
9.4.8 Design requirements of power management systems (PMSs) 34
9.5 Automatic starting installations for electrical motor-driven auxiliaries 35
9.5.1 General 35
9.5.2 Automatic sequence starting 35
9.5.3 Starting installations for stand-by auxiliaries 35
9.5.4 Control voltages 36
9.5.5 Manual control 36
9.5.6 Mechanically driven auxilaries in low speed range 36
9.5.7 Mechanically driven auxilaries 36
9.5.8 Sensors 36
9.6 Machinery control installations 36
9.6.1 General 36
9.6.2 General requirements 37
9.6.3 Transfer of control 37
9.6.4 Remote control of propulsion machinery from the bridge 37
9.6.5 Indicators for remote control of machinery 38
9.6.6 Manual override 38
9.7 Machinery protection and safety systems 39

9.7.1 General 39
9.7.2 General requirements....39
9.8 Bow, inner, side shell and stern doors 39
9.8.1 Application....39
9.8.2 Remote control 40
9.8.3 Indicator system....40
9.8.4 Mode selection....40
9.8.5 Failsafe 40
9.8.6 Testing 40
9.8.7 Independence 40
9.8.8 Display 40
9.8.9 Sensors 40
9.8.10 Television surveillance 41
9.8.11 Water leakage detection....41
9.8.12 Drainage alarm 41
9.8.13 Control location....41
9.9 Power-operated watertight doors 41
9.9.1 General 41
9.9.2 Indications 41
9.9.3 Alarm....41
9.9.4 Closure rate 42
9.9.5 Power supply 42
9.9.6 Dedicated circuits 42
9.9.7 Location of equipment 42
9.9.8 Enclosures....42
9.9.9 Leakage....43
9.9.10 Independent circuits 43
9.9.11 Failure of alarm circuits 43
9.9.12 Failure of control circuits 43
9.9.13 Power supply monitoring 43
9.9.14 Mode selection....43
9.9.15 Indication on navigation bridge 43
9.9.16 Remote opening....43
9.10 Public address systems on passenger ships 44
9.10.1 General 44
9.10.2 Override 44
9.10.3 Operation....44
9.10.4 Emergency broadcast....44
9.10.5 Level adjustment....44
9.10.6 Minimum sound level....44
9.10.7 Interference 44
9.10.8 Fault tolerance....44
9.10.9 Protection 44
9.10.10 Fire zones....44
9.10.11 Segregation 45
9.10.12 Power supplies 45
9.10.13 Cabling 45
10 Computer based systems....45
10.1 General....45

10.2 General requirements 45
10.3 System categories 45
10.4 System configuration 47
10.4.1 General 47
10.4.2 Power supply 47
10.4.3 Hardware 48
10.4.4 Software 48
10.4.5 Data communication links 48
10.4.6 Wireless data communication 48
10.4.7 Network/integration of systems 49
10.4.8 User interface 49
10.4.9 Input devices 49
10.4.10 Output devices 50
10.4.11 Graphical user interface 50
10.5 Protection against modification and loss of data 50
10.6 Software maintenance 50
10.7 Remote access 51
10.7.1 General 51
10.7.2 Remote software maintenance 51
10.8 Documentation 51
10.8.1 General 51
10.8.2 Hardware 51
10.8.3 System functional description 52
10.8.4 Software 52
10.8.5 User interface 53
10.8.6 Test and evidence 53
11 Additional requirements for periodically unattended machinery spaces or for reduced attendance 55
11.1 General 55
11.2 Fire precautions 55
11.3 Protection against flooding 55
11.4 Control of propulsion machinery 55
11.5 Alarm system and engineers' alarm 55
11.6 Protection (safety) systems 55
11.7 Machinery, boiler and electrical installations 55
12 Commissioning and testing 55
12.1 Tests of completed installation 55
12.2 Operational tests 56
13 Documentation 56
Bibliography 57

Figure 1 – Typical designs of power management systems 31

Table 1 – Type tests, test procedures and severities 16
Table 2 – System categories 46
Table 3 – Examples of assignment to system categories 47
Table 4 – Tests and evidence according to the system category 54

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –

Part 504: Automation, control and instrumentation

FOREWORD

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

International Standard IEC 60092-504 has been prepared by IEC technical committee 18: Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2001. This edition constitutes a technical revision.

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

a) the part title has been changed, the term "Automation" was added;
b) the contents of the corrigendum of January 2011 have been included;
c) a new subclause 5.1 "General" with general requirements for type testing has been added;
d) Table 1 contents aligned with current version of document IACS Req. 1991/Rev. 5, 2006;
e) the revised IMO Resolution A.1021(26), Code on alerts and indicators:2009 has been taken into account;

f) IMO Resolution MSC.302(87) has been taken into account. As a consequence, the term “alert” has been used where the generic term applies. This concerns, in particular, the text in 8.4 and 9.3;

g) a new subclause 8.2.4: The revised IMO Resolution MSC.145(77), Performance standards for water level detectors on bulk carriers:2003 has been taken into account;

h) subclause 9.1 about fire detection and alarm systems has been completely revised, IMO Resolution MSC.98(73) (FSS Code) with amendment MSC.292(87): 2010 has been taken into account;

i) a new subclause 9.2 “Bilge systems” has been added;

j) the subclauses 9.4 “Automatic control installations for electrical power supply” and 9.5 “Automatic starting installations for electrical motor-driven auxiliaries” have been completely revised;

k) Clause 10 “Computer based systems” has been completely revised;

l) a new subclause 10.3.6 about wireless data communication has been added;

m) a new subclause 10.5 about remote access has been added.

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

FDIS	Report on voting
18/1539/FDIS	18/1545/RVD

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

IEC 60092 forms a series of international standards for electrical installations in sea-going ships, incorporating good practice and coordinating, as far as possible, existing rules.

These standards form a code of practical interpretation and amplification of the requirements of the International Convention for the Safety of Life at Sea, a guide for future regulations which may be prepared and a statement of practice for use by ship owners, shipbuilders and appropriate organizations.

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS –

Part 504: Automation, control and instrumentation

1 Scope

This part of IEC 60092 specifies electrical, electronic and programmable equipment intended for automation, control, monitoring, alert, and safety and protection systems for use in ships.

2 Normative references

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

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* (available at www.electropedia.org)

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-52, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60092-101:1994, *Electrical installations in ships – Part 101: Definitions and general requirements*
IEC 60092-101:1994/AMD1:1995

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

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

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

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

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

IEC 60447, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*

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

IEC 60533, *Electrical and electronic installations in ships – Electromagnetic compatibility (EMC) – Ships with a metallic hull*

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

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measuring techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61355-1, *Classification and designation of documents for plants, systems and equipment – Part 1: Rules and classification tables*

IEC 62443 (all parts), *Industrial communication networks – Network and system security*

ABS publication, *Guidance notes on the application of ergonomics to marine systems (2014-02)*

CISPR 16-1-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-2-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*

EN 54 (all parts), *Fire detection and fire alarm systems*

IMO Resolution A.1021(26):2009, *Code on alerts and Indicators*

IMO Resolution MSC.302(87):2010, *Adoption of performance standards for bridge alert management (BAM)*

IMO Resolution A.813(19):1995, *General Requirements for Electromagnetic Compatibility (EMC) for all Electrical and Electronic Ship's Equipment*

IMO Resolution MSC.98(73):2000, *Adoption of the international code for fire safety systems (FSS Code)*

SOLAS, *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS):1974, consolidated edition, 2009*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050 as well as the following apply.

3.1
accuracy
quality which characterizes the closeness of a measured value to the corresponding true value

3.2
administration
Government of the State whose flag the ship is entitled to fly

[SOURCE: SOLAS, Chapter I, Regulation 2, Definition (b)]

3.3
availability
ability of an item to be in a state to perform a required function under given conditions at a given time interval, assuming that the required external resources are provided

3.4
centralized control
control of all operations of a controlled system from one central control position

3.5
computer based system
system that consists of one or more programmable electronic devices with their connections, peripherals and software necessary to carry out automatically specified functions

Note 1 to entry: The following types of programmable devices could form part of a computer system: main-frame, mini-computer, micro-processor-based computer, programmable logic controller.

3.6
control functions
functions intended to regulate the behaviour of equipment or systems

3.7
control position
control station
group of control devices by which an operator can control the performance of a machine, apparatus, process or assembly of machines and apparatus

Note 1 to entry: A control position will generally enable an operator to verify the achievement of the desired conditions by means of an appropriate monitoring system

3.8
dependability
extent to which a system can be relied upon to perform its intended functions under defined operational and environmental conditions

3.9
essential services
functions necessary for the propulsion, steering and safety of the ship and its personnel

3.10
failsafe
design property of an item which prevents its failures from resulting in critical faults

Note 1 to entry: The safe state, according to the application, will be predetermined in terms of priority for the safety of the ship and may generally be taken as the least critical one for the main components and auxiliaries of, for example, the propulsion/manoeuvring plant.

[SOURCE IEC 60050-821: 1998, 821-01-10, modified – a note has been added.]

3.11
function
elementary operation performed by the system which, in conjunction with other elementary operations (system functions), enables the system to perform a task

3.12
integrity
capability of a system to satisfactorily perform the required functions under all the stated conditions within a stated period of time

3.13
machinery control room
room or spaces where centralized controls and measuring and monitoring equipment for main equipment and essential auxiliary machinery are located together with the appropriate means of communication

3.14
maintainability
ability of an item under given conditions of use, to be retained in, or restored to, a state in which it can perform a required function, when maintenance is performed under given conditions and using stated procedures and resources

Note 1 to entry: The term "maintainability" is also used as a measure of maintainability performance.

3.15
monitoring functions
functions intended to collect data from equipment and systems for the purpose of display and recording

3.16
protection functions
functions intended to prevent damage to equipment or systems in the event of a fault

3.17
reliability (performance)
ability of an item to perform a required function under given conditions for a given time interval

Note 1 to entry: It is generally assumed that the item is in a state to perform this required function at the beginning of the time interval.

Note 2 to entry: Generally, reliability performance is quantified using appropriate measures. In some applications, these measures include an expression of reliability performance as a probability, which is also called reliability.

[SOURCE: IEC 60050-312:2001, 312-07-06, modified – notes 1 and 2 have been added.]

3.18
protection and safety functions
functions intended to prevent harm or danger to personnel and protect equipment/systems

3.19
software
computer programs, procedures, rules and associated documentation of a digital information processing system pertaining to the operation and including application (user) program, middleware and operating system (firmware) program

3.20
system
collection of components organised to accomplish a specific function or set of functions

3.21
usability
extent to which a system can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use

3.22
bridge and deck zone
area from which the ship is steered and navigated and where the antennas are located

3.23
machinery space
spaces between the watertight boundaries of a space containing the main and auxiliary propulsion machinery, including boilers, generators and electric motors primarily intended for propulsion

Note 1 to entry: In case of unusual arrangements, the administration may define the limits of the machinery spaces.

[SOURCE: SOLAS Chapter II-1, Regulation 2, Definition 15]

3.24
remote control
control of an operation at a point distant from the controlled switching device

[SOURCE IEC 60050-441:2000, 441-16-07]

3.25
process
systematic series of actions that lead to a particular result of an executing instance of a computer program

3.26
automation system
system to monitor and control a process

3.27
instrumentation
instruments and their application for monitoring, measurement and control

3.28
significant modification
modification of the system functionality and/or safety of the system

3.29
PMS
power management system
automatic control system for the generation and distribution of electrical energy

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

4 General requirements

4.1 Dependability

Systems shall be suitable for the user, the task and the application.

System integrity shall be appropriate for the functions supported, with due regard to factors such as availability, reliability and maintainability.

4.2 Safety

Systems shall be designed such that risk of harm to persons or the environment is reduced to a level acceptable to the administration, both in normal operation and under failure conditions. Functions shall be designed on the failsafe principle.

4.3 Segregation

Systems shall be designed such that failure of one component part or sub-system will not unduly affect any other system, sub-system or component and, as far as is practicable, shall be detectable.

Failure in an automation system shall not influence the protection and safety functions.

Protection and safety functions shall be independent of control functions. As far as is practicable, control and monitoring (alert) functions shall also be independent.

Standby systems, or other redundancy arrangements, are to be functionally independent.

4.4 Performance

Systems shall maintain specified levels of performance in operation, and where necessary, under fault conditions.

Repeatability and accuracy shall be adequate for the proposed use and shall be maintained at their specified value during their expected lifetime and normal use.

Systems shall be stable throughout their operational range.

4.5 Usability

Systems shall be readily usable under all intended operating conditions and shall support effective and efficient operation.

Adequate safeguards against incorrect operation shall be provided.

4.6 Integration

Where safety of personnel may directly depend on correct system operation or failure, such systems shall not be integrated with, or be mutually dependent upon, any other system, except those providing complementary functions.

Where safety may indirectly depend on system operation or failure, the integrity of the integrated system shall be to the satisfaction of the administration.

4.7 Development activities

Activities undertaken in the development process, from initial design through to eventual realisation, and any modifications in use thereafter, shall be planned and structured in a

systematic manner, and are to be properly managed. Persons responsible for carrying out these activities shall be competent to do so.

Activities, scopes, responsibilities and competencies shall be documented.

5 Environmental type testing parameters

5.1 General

Standard atmospheric conditions during functional test to equipment specification are defined in Table 1, No. 2.

The tests specified in Table 1 are applicable, but not confined, to all equipment used for:

– automation, control, protection and safety;
– internal communication.

Electrical and electronic equipment on board ships required neither by classification rules nor by International Conventions, liable to cause electromagnetic disturbance shall be of a type which fulfils the test requirements of test specifications regarding radiated and conducted emissions, see Table 1, No. 19 and No. 20.

5.2 Performance

Where equipment or systems are subject to type testing, the test procedures and severities specified in Table 1 shall apply.

Compliance with IMO Resolution A.813(19) will require all ships' electrical and electronic equipment to be tested to the relevant electromagnetic compatibility standard.

Table 1 – Type tests, test procedures and severities

No.	Test [a]	Procedure according to	Test parameters, severity	Additional requirement/s
1	Visual inspection			Examination of the equipment for: – conformity to drawings and design data; – compliance with applicable IEC standards; – quality of workmanship and construction.
2	Functional test to equipment specification		Standard atmospheric conditions: – temperature: 25 °C ± 10 °C – relative humidity: 60 % ± 30 % – air pressure: 96 kPa ± 10 kPa	

No.	Test [a]	Procedure according to	Test parameters, severity			Additional requirement/s
3	High voltage test		Rated insulation voltage U_n V	Test voltage AC V		Frequency of test voltage: 50 Hz or 60 Hz. Separate circuits to be tested against each other. All circuits connected with each other are to be tested against earth. Contact pieces are to be tested across their open points of contact. Printed circuits with electronic components which could be subject to damage may be removed during the test.
			$U_n \leq 65$ $66 < U_n \leq 250$ $251 < U_n \leq 500$ $501 < U_n \leq 690$	$2 \times U_n + 500$ 1 500 2 000 2 500		
			Period of application of test voltage: 1 min			
4a	Power supply variations	IEC 61000-4-11	**AC supply**			
			Combina-tion No.	Voltage variation (permanent) %	Frequency variation (permanent) %	Each combination shall be tested.
			1	+6	+5	
			2	+6	–5	
			3	–10	–5	
			4	–10	+5	
				Voltage transient (duration 1,5 s)	Frequency transient (duration 5 s)	
			5	+20	+10	
			6	–20	–10	
			DC supply			
			Voltage tolerance continuous	±10 %		
			Voltage cyclic variation	5 %		
			Voltage ripple	10 %		

No.	Test [a]	Procedure according to	Test parameters, severity				Additional requirement/s
			Electrical battery supply: +30 % to –25 % for equipment connected to charging battery or as determined by the charging/discharging characteristics, including ripple voltage from the charging device; +20 % to –25 % for equipment not connected to the battery during charging.				
4b	Power supply failure	IEC 61000-4-11	Three interruptions during 5 min 30 s break time				Verification of: – specified action of the equipment on loss and restoration of supply; – possible corruption of program or data held in programmable electronic systems, where applicable.
5	Insulation resistance [b]		Rated supply voltage V	Test voltage V	Minimum insulation resistance MΩ		Between all circuits and earth; on the supply terminals where appropriate. Resistance shall be measured before and after high voltage test, damp heat test, cold test and salt mist test.
					Before test	After test	
			$U_n \leq 65$	$2 \times U_n$ min. 24	10	1	
			$U_n > 65$	500	100	10	
6	Cold with gradual change of temperature [c]	IEC 60068-2-1 Test Ab for non-heat dissipating equipment IEC 60068-2-1 Test Ad for heat dissipating equipment	Temperature +5 °C ± 3 °C Duration 2 h		Temperature –25 °C ± 3 °C Duration 2 h		Initial measurement of insulation resistance (see test No 5). Equipment not operating during conditioning except for operational tests. Operational test during last hour at test temperature. Insulation resistance measurement and operational test after recovery.
7	Dry heat with gradual change of temperature [d]	IEC 60068-2-2 Test Bb for non-heat dissipating equipment	Temperature 55 °C ± 2 °C Duration 16 h		Temperature 70 °C ± 2 °C Duration 16 h		Equipment operating during conditioning. Operational test during last hour at test temperature. Operational test after recovery.
		IEC 60068-2-2 Test Be for heat dissipating equipment	Temperature 55 °C ± 2 °C Duration 16 h		Temperature 70 °C ± 2 °C Duration 16 h		Equipment operating during conditioning with cooling system on if provided. Operational test during last hour at test temperature. Operational test after recovery.

No.	Test [a]	Procedure according to	Test parameters, severity	Additional requirement/s
8	Damp heat, cyclic (12 h+12 h cycle) [i]	IEC 60068-2-30 Test Db	Temperature: 55 °C Humidity: 95 % Duration: two cycles (12 h + 12 h)	Measurement of insulation resistance before test. Equipment operating during the complete first cycle and switched off during second cycle except for functional test. Functional test during the first 2 h of the first cycle at the test temperature and during the last 2 h of the second cycle at the test temperature. Recovery at standard atmosphere conditions. Insulation resistance measurements and performance test.
9	Salt mist [e]	IEC 60068-2-52 Test Kb	Four spraying periods with a storage of 7 days after each	Initial measurement of insulation resistance and initial functional test. Equipment in its normal position during test. Equipment not operating during conditioning. Operational test on day 7 of each spraying period. Insulation resistance measurement and performance test 4 h to 6 h after the recovery period.
10	Vibration (sinusoidal)	IEC 60068-2-6 Test Fc	For general applications: 2^{+3}_{-0} Hz to 13,2 Hz Amplitude ± 1 mm > 13,2 Hz to 100 Hz Acceleration ± 0,7 g Endurance at: – each resonance frequency at which an amplification factor $Q \geq 2$ is recorded; – 30 Hz if no resonance frequency is recorded.	During the vibration test, operational conditions shall be demonstrated. Tests shall be carried out in three mutually perpendicular planes. It is recommended as guidance that Q does not exceed 5. If sweep test is chosen, where several resonance frequencies are detected close to each other, duration of test shall be 120 min.
			For equipment mounted on reciprocating machines, installed in steering gear compartment or similar locations: 2,0 Hz to 25 Hz Amplitude ± 1,6 mm > 25 Hz to 100 Hz Acceleration ± 4 g Endurance at: – each resonance frequency at which an amplification factor $Q \geq 2$ is recorded; – 30 Hz if no resonance frequency is recorded.	

No.	Test [a]	Procedure according to	Test parameters, severity	Additional requirement/s
			Only for extreme conditions: 40 Hz to 2 000 Hz, acceleration ±10 g Duration 90 min	For example on exhaust manifolds of diesel engines
11a	Inclination steady [a, i]		22,5°	Each direction Equipment operating
11b	Inclination dynamic		22,5° 0,1 Hz	Each direction Equipment operating Duration of test not less than 15 min
12	Enclosure protection	IEC 60529	Dependent on location	Minimum requirements for the degree of protection are given in IEC 60092-201.
13	Electrostatic discharge	IEC 61000-4-2	Contact discharge: 6 kV Air discharge: 8 kV Interval between single discharges: 1 s Number of pulses: 10 per polarity According to test level 3	Electrostatic discharge as may occur when persons touch the appliance. The test is to be confined to the points and surfaces that can normally be reached by the operator. Performance criterion B [f].
14	Electro-magnetic field	IEC 61000-4-3	Frequency range: 80 MHz to 6 GHz Modulation: 80 % AM at 1 000 Hz Field strength: 10 V/m Frequency sweep rate: $\leq 1{,}5 \times 10^{-3}$ decades/s (or 1 %/3 s) According to test level 3	Electromagnetic fields radiated by different transmitters. If for tests of equipment an input signal with a modulation frequency of 1 000 Hz is necessary, a modulation frequency of 400 Hz may be chosen. Performance criterion A [g].
15	Conducted low frequency	IEC 60533	AC power supply port: Frequency range: rated frequency to 200th harmonic Test voltage (r.m.s.): 10 % of supply voltage to 15th harmonic reducing to 1 % at 100th harmonic and maintain this level to the 200th harmonic, max. 2 W DC power supply port: Frequency range: 50 Hz to 10 kHz Test voltage (r.m.s.): 10 % of supply voltage, max. 2 W	Distortions in the power supply system generated for instance by electronic consumers and coupled in as harmonics. Method of the test in accordance with IEC 60945. Performance criterion A [g].
16	Conducted radio frequency	IEC 61000-4-6	Frequency range: 150 kHz to 80 MHz Amplitude: 3 V r.m.s. [h] Modulation: 80 % AM at 1 000 Hz Frequency sweep range $\leq 1{,}5 \times 10^{-3}$decades/s (or 1 %/3 s) According to test level 2	Electromagnetic fields coupled as high frequency into the test specimen via the connecting lines. If for tests of equipment an input signal with a modulation frequency of 1 000 Hz is necessary, a modulation frequency of 400 Hz may be chosen. Performance criterion A: see note [g].

<table>
<tr><th>No.</th><th>Test [a]</th><th>Procedure according to</th><th>Test parameters, severity</th><th>Additional requirement/s</th></tr>
<tr><td>17</td><td>Burst/fast transients</td><td>IEC 61000-4-4</td><td>Single pulse time: 5 ns (between 10 % and 90 % value)
Pulse width: 50 ns (50 % value)
Amplitude (peak):
– 2 kV line on power supply port to earth port (PE);
– 1 kV on I/O data control and communication ports (with coupling clamp);
Pulse period: 300 ms
Burst duration: 15 ms
Duration perpolarity: 5 min
According to test level 3</td><td>Arcs generated when actuating electrical contacts.
Interference effect occurring on the power supply, as well as the external wiring of the test specimen.
Performance criterion B [f].</td></tr>
<tr><td>18</td><td>Surge/slow transients</td><td>IEC 61000-4-5</td><td>Test applies to AC and DC power supply ports.
Pulse rise time: 1,2 μs (between 10 % and 90 % value)
Pulse width: 50 μs (50 % value)
Amplitude (peak): 1 kV line-to-earth
0,5 kV line-to-line
Repetition rate ≥1 pulse/min
Number of pulses: 5 per polarity
Application: continuous
According to test level 2</td><td>Interference generated for instance, by switching "ON" or "OFF" high power inductive consumers.
Procedure in accordance with Figure 10 of IEC 61000-4-5:2014 for equipment where power and signal lines are identical.
Performance criterion B [f].</td></tr>
<tr><td>19</td><td>Radiated emission</td><td>CISPR 16-1-1
CISPR 16-2-1</td><td>For equipment installed in the bridge and deck zone:
<table>
<tr><th>Frequency range: MHz</th><th>Limits: dBμV/m</th></tr>
<tr><td>0,15 to 0,3
0,3 to 30
30 to 6 000</td><td>80 to 52
52 to 34
54</td></tr>
<tr><td>except for:
156 to 165</td><td>
24</td></tr>
</table>
For equipment installed in the general power distribution zone:
<table>
<tr><th>Frequency range: MHz</th><th>Limits: dBμV/m</th></tr>
<tr><td>0,15 to 30
30 to 100
100 to 6 000</td><td>80 to 50
60 to 54
54</td></tr>
<tr><td>except for:
156 to 165</td><td>
24</td></tr>
</table></td><td>Procedure in accordance with the standard but at a distance of 3 m between equipment and antenna.</td></tr>
</table>

No.	Test [a]	Procedure according to	Test parameters, severity	Additional requirement/s
20	Conducted emission	CISPR 16-1-1 CISPR 16-2-1	For equipment installed in the bridge and deck zone: Frequency range: / Limits: dBμV 10 kHz to 150 kHz: 96 to 50 150 kHz to 350 kHz: 60 to 50 350 kHz to 30 MHz: 50 For equipment installed in the general power distribution zone: Frequency range: / Limits: dBμV 10 kHz to 150 kHz: 120 to 69 150 kHz to 500 kHz: 79 0,5 MHz to 30 MHz: 73	

[a] The static inclination test is not required on equipment with no moving parts.

[b] Insulation resistance test to be carried out before and after damp heat test, cold test and salt mist test.

[c] For equipment installed in non-weather-protected locations or cold locations, test is to be carried out at –25 °C.

[d] Dry heat at 70 °C is to be carried out to withstand a high degree of heat, for example for equipment to be mounted in consoles, housings.

[e] Salt mist test to be carried out for equipment to be installed in non-weather protected areas, for example on open deck.

[f] Performance criterion B: the equipment under test (EUT) shall continue to operate as intended after the tests. No degradation of performance or loss of function is allowed as defined in the technical specification published by the manufacturer. During the test, degradation or loss of function or performance which is self-recoverable is, however, allowed but no change of actual operating state or stored data is allowed.

Recovery times shall be consistent with continued safe operation, taking due account of the need to preserve essential services.

[g] Performance criterion A: the equipment under test (EUT) shall continue to operate as intended during and after the test. No degradation of performance or loss of function is allowed, as defined in the technical specification published by the manufacturer.

[h] For equipment installed on the bridge and deck zone the test levels shall be increased to 10 V r.m.s. for spot frequencies in accordance with IEC 60945 at 2,0 MHz; 3,0 MHz; 4,0 MHz; 6,2 MHz; 8,2 MHz; 12,6 MHz; 16,5 MHz; 18,8 MHz; 22,0 MHz; 25,0 MHz.

[i] On ships for the carriage of liquid gases and chemicals, the emergency power supply shall also remain operational with the ship flooded up to maximum athwarthship inclination of 30°.

[j] This test shall be carried out for equipment located in non-air-conditioned spaces.

6 Design

6.1 Environmental and supply conditions

Equipment shall be designed to operate satisfactorily within the expected environmental and supply conditions, with due regard to the limits specified in Annex B of IEC 60092-101:1994.

6.2 Circuit design

Circuits shall be designed to enable efficient test, calibration, maintenance and repair.

6.3 Mutual effects

Systems shall be arranged such that faults will not affect any function provided by any other system.

6.4 Electrical subdivision

Design of circuits shall be such that there is no direct connection to any point of the ship's main power supply system, for example isolating transformers shall be used for power supplies. The chassis may not form part of any circuit, except earthing for functional reasons.

It is recommended that extensive systems be subdivided and the supplies to the sections be electrically separated or individually protected.

Control circuits shall be separated from signal and indicating circuits in such a way that faults in the indicating circuits will not impair the operation of the equipment or apparatus, and vice versa.

6.5 Signal level

Signal levels shall be kept high enough to overcome the effects of contact corrosion and noise pick-up.

Transducers and amplifiers shall be situated as close to each other as is practicable.

Particular attention shall be paid to the earthing (grounding) of screens and signal reference systems.

To avoid possible interference on control and instrumentation cables, suitable installation features shall be provided, such as:

– screening and/or twisted pairs;
– use of balanced input amplifiers;
– separation between signal and other cables.

6.6 Power supply

6.6.1 Independent supplies

Where required, for example by the administration, redundant power supplies shall be independent and the system selectively fed.

6.6.2 Capacity

The capacity of any back-up source shall be sufficient to ensure the normal operation of the system until safety conditions are reached.

6.6.3 Protection

Each circuit shall be separately protected against short circuits and overloads.

7 Construction and materials

7.1 Adjustments

Where necessary, equipment shall be arranged for simple adjustment. The set points shall be readily identifiable and suitable means shall be provided to protect against changes, for example due to environmental effects.

7.2 Accessibility

Ease of access to interchangeable parts for repairs and maintenance shall be ensured.

As far as is practicable, equipment shall be free of voltage, temperature, or other such factors which may present unsafe working conditions.

7.3 Replacement

Each replaceable assembly shall be simple to replace and shall be constructed for easy and safe handling.

7.4 Non-interchangeability

Preferably, all replaceable parts shall be so arranged that it is not possible to connect them incorrectly or to use incorrect replacements. Where this is not practicable, the replaceable parts, as well as the associated connecting device, shall be clearly identified.

7.5 Cooling

Preferably, apparatus shall not depend on forced cooling media.

Consideration shall be given, when necessary, to prevent the build-up of deposits on cooling surfaces.

If forced cooling is required, it shall be considered during any assessment of system redundancy requirements. An alert shall be provided in the event of cooling system failure.

For other services appropriate means shall be provided to prevent damage to the equipment due to temperature rise.

Measures shall be taken for forced ventilated cabinets in machinery spaces to prevent pollution deposits from causing insulation breakdown.

7.6 Mechanical load on connectors

If plug and socket connections are used, the contacts shall not carry any mechanical load, other than that which is necessary for ensuring satisfactory contact pressure, even when withdrawing or replacing a unit.

Plug-in trays, printed circuit boards and other multi-point connectors shall incorporate a retainer to prevent ejection due to mechanical loads such as shock or vibration.

7.7 Mechanical features of cabinets

Cabinets shall be of stable mechanical construction. All nut and bolt connections shall be locked.

EXAMPLE Use of self-locking nuts, locking washers, suited adhesives.

7.8 Shock and vibration absorbers

If anti-shock or anti-vibration mounts are used, adequate clearance shall be provided to allow full freedom of travel. Systems with shock or vibration mounts in series shall be avoided. Connecting leads shall be arranged so that they do not interfere with the shock and vibration isolation.

7.9 Internal wiring

Cables and insulated conductors used for internal wiring shall be at least of a flame retardant type. In the case of wiring adjacent to equipment containing hydraulic or other oils, the insulation shall be resistant to that oil, or be adequately shielded from it.

Chafing of cables and insulated wires caused by vibration on surfaces and edges shall be avoided.

7.10 Cable connections

Terminal boards on control equipment, including transducers, shall be constructed so that sufficient space is available to enable cables to be satisfactorily connected, preferably each conductor on its own terminal. All terminals shall be clearly identified and suitable arrangements provided to connect cable screens.

8 Installation and ergonomics

8.1 General

8.1.1 Layout

Control positions shall be ergonomically arranged for the convenience of the operator and hence the accuracy and safety of the operation.

Area or group identification shall be considered, especially in complex layouts, for example adequate spacing between display and control groups.

Equipment in the bridge and deck zone shall meet the requirements for navigation and communication equipment according to IEC 60945.

8.1.2 Compatibility

The arrangements of indicating instruments and control shall follow a logical sequence.

As far as possible, operating movements and the resulting movements of the indicating instruments shall be consistent with each other.

8.1.3 Labelling

Each operator control panel, subpanel, indicating instrument, control handle, signal lamp, recording instrument, etc., shall be clearly and systematically identified by means of self-explanatory and unambiguous labels.

8.1.4 Labels

Labels shall be permanently secured and consistently placed relative to controls and instrumentation and shall be made of durable material having clear and indelible characters.

8.1.5 Display colours

Colours for differentiation of operating conditions shall be readily distinguishable and identifiable.

NOTE Reference is made to IMO Resolution A.1021(26).

8.1.6 Illumination

Instruments and controls shall be illuminated so that they can be clearly read and operated in all ambient light conditions under which they are intended to be operated, without having uncomfortable shadow or glare. If the surrounding illumination makes it difficult to detect an indicator light, a suitable shade shall be provided. If equipment is installed in the bridge and deck zone, means shall be provided to avoid interference with navigation by the output of any light source. Equipment mounted outside (e.g. on bridge wings) shall be satisfactorily illuminated for operation in both daylight and darkness.

8.1.7 Protection against fluid leakage

Equipment covered by this standard shall not be installed in the same panel or cabinet as equipment employing a hydraulic medium, or pipelines carrying water, oil or steam unless effective means have been provided to protect the equipment in case of leakage.

Pipelines carrying hydraulic mediums, water, oil or steam shall be avoided in the vicinity of control panels and shall be in accordance with the requirements in IEC 60092-201:1994, Table 5.

8.1.8 Protection from condensation

As far as is practicable, arrangements shall be made to prevent condensation in enclosures.

8.1.9 External cables and wiring

External cables and wiring shall comply with relevant IEC 60092 standards.

NOTE See IEC 60092-376.

8.2 Sensors

8.2.1 Location of sensors

All sensors shall be located such that their output is a realistic measure of the parameter. Sensors shall be installed in places where there is a minimum risk for damage during normal overhaul, maintenance and operation.

8.2.2 Temperature sensors

Temperature sensors shall be installed in pockets of suitable material. Connections shall be arranged so that they can be removed for testing purposes.

8.2.3 Pressure sensors

Pressure sensors exposed to shocks and large vibration in their working medium shall be protected by damping chambers.

8.2.4 Water level detectors on bulk carriers

SOLAS Chapter XII, Regulation 12 shall apply. The detector indicating the water level should be capable of activating to an accuracy of ±100 mm. Visual and audible alerts should conform to the to the IMO Resolution A.1021(26) as applicable to an emergency alarm for the preservation or safety of the ship.

8.2.5 Enclosure

The enclosure of sensors and their terminal boxes shall be adequately protected for the expected place of installation, and for the type of cables installed.

8.2.6 Testing and calibration

Facilities shall be provided for testing and calibration of sensors which cannot be tested during normal operational conditions.

8.2.7 Presentation of information

Information shall be presented in a clear, consistent, and unambiguous manner.

8.3 Controls

8.3.1 Remote controls

8.3.1.1 Continuous information

At the remote control station, the users shall receive continuous information on the effects of their orders.

8.3.1.2 Independent control

Where control may be affected from more than one location, the failure of any control equipment at one location shall not affect the ability to control from any other location.

8.3.1.3 Exclusive control

Where a process may be controlled from several locations, only one shall be in control of that process at any time.

8.3.1.4 Transfer of control

This requirement is applicable to command locations of the same priority level.

Actual control shall not be transferred before being acknowledged by the receiving command location unless the command locations are located close enough to allow direct visual and audible contact. Transfer of control shall be indicated.

8.3.1.5 Main command location

Where a designated main command location is required for operational or safety reasons, or by the administration, this location shall have the capability to take control without acknowledgement.

8.3.1.6 Security

Significant alteration of process parameters shall be prevented during transfer of control from one location to another.

8.3.1.7 Status indication

On each alternative command location, it shall be indicated when this location is in control.

8.3.1.8 Interlocks

Control system elements shall include safety interlocks when the consequence of erroneous user actions may lead to damage or loss of essential services.

8.3.2 Man-machine interface

The man-machine interface shall be designed in accordance with IEC 60447.

8.4 Alert systems

The audible and visual signals and indications used in alert systems (the former "machinery alarm systems") shall comply with the relevant requirements of IMO Resolution A.1021(26).

Emergency alarms shall be assigned to category A according to IMO Resolution MSC.302(87).

Further alarms specified in IMO Resolution A.1021(26) shall be assigned to category B according to IMO Resolution MSC.302(87).

9 Specific installations

9.1 Fire safety systems

Arrangement and installation of fire detection and fire alarm systems shall be in accordance with SOLAS Chapter II-2 and IMO Resolution MSC.98(73), Fire Safety Systems Code (FSS Code).

Fire protection equipment and systems shall be suitably designed and tested according to the approval standards as stated in the relevant part of the EN 54 series and the specific test requirements for maritime environment of this standard, see Table 1.

Integration of fire safety systems into a monitoring and control system is permissible with approval of administration, see SOLAS Chapter II-2, Part F, Regulation 17.

The audible and visual signals and indications used shall comply with the relevant requirements of IMO Resolution A.1021(26).

9.2 Bilge systems

For bilge pumping arrangements, SOLAS Chapter II-1, Part B, Regulation 21 applies.

For bilge areas, the monitoring arrangement shall indicate the compartment in which the fault has occurred.

Where the bilge pumps are capable of being started automatically, means shall be provided to indicate when the influx of liquid is greater than the pump capacity, or when the pump is operating more frequently than would normally be expected.

Where automatically controlled bilge pumps are provided, special attention shall be given to oil pollution prevention requirements.

9.3 Machinery alert installations

9.3.1 General

A machinery alert installation shall have the following objectives:

– to direct the attention of personnel to an abnormal condition in a ship's machinery system;
– to help establish the nature and location of the abnormal condition;
– to enable effective, corrective and, where possible, precautionary action to be taken;
– to have acknowledgement of the alert and the return to normal condition indicated.

9.3.2 Alert requirements

9.3.2.1 Repeater panels

Where repeater panels are required, these shall also be provided with both visual and audible signals. These signals may be common for all, or for a group of alerts connected to the machinery alert installation. An existing alert shall not prevent annunciation of subsequent alerts because of previous alert acknowledgement.

9.3.2.2 Allocation

When local control panels with group alert up to the centralised control system are provided, it is acceptable that the group alert only is shown in the centralised control system.

9.3.2.3 Acknowledgement

Generally, IMO Resolution MSC.302(87) applies.

Alarms and warnings shall be indicated until the abnormal condition has been corrected and the alarm or warning has been acknowledged.

Acknowledgement of the alarm or warning shall be indicated by an alteration of the visual signal, for example, from flashing to steady light.

Acknowledgement shall be possible only from the machinery space concerned, or the centralised control position associated with that machinery space.

The silencing of an audible alarm or warning at a repeater panel shall not lead automatically to the acknowledgement of the alarm or warning at the control position.

The acknowledgement shall not reset the abnormal condition which caused the alarm or warning.

9.3.2.4 Inhibition

Inhibition of an alert channel shall be clearly indicated. A list of manually inhibited channels shall be available in the system.

9.3.3 Display of information

9.3.3.1 Group arrangement

All visual alert indications within the same priority group shall have the same colour significance and be arranged in logical groups.

9.3.3.2 Legibility

The alert text, legend or symbol shall be clearly visible from the control position.

9.3.3.3 Common audible alert

If the audible alert signal is also used for other purposes, for example telegraph or telephone, it shall be accompanied by (a) luminous call panel(s) indicating the system concerned, and comply with the relevant requirements of IMO Resolution A.1021(26).

9.3.3.4 Alert differentiation

An existing alert shall not prevent annunciation of subsequent alerts because of previous alert acknowledgement.

9.3.3.5 Alert indication

According to IMO Resolution MSC.302(87).

9.3.3.6 Alert recording

Alerts shall be recorded in chronological order with date and time stamp. The status of coming, acknowledging and going of any alert shall be clearly recorded.

9.3.4 Supply arrangements

9.3.4.1 Power supply

The machinery alert installation shall be continuously powered. A stand-by power supply with automatic change-over shall be provided with a capacity of at least 30 min.

9.3.4.2 Alert for supply failure

Visual and audible alerts shall be initiated at the failure of the power supplies of the machinery alert installation.

9.3.5 Design

9.3.5.1 Monitoring equipment

Machinery alert installations may be combined with monitoring equipment, such as equipment provided with analogue read-outs of measured variables or with data loggers.

9.3.5.2 Time delays

Alert channels, where necessary, shall be provided with suitable time delays.

Transient phenomena, such as pressure waves in protected pressure systems, sensor contact bouncing or electromagnetic interference from other systems, shall not cause the alert installation to operate. All level alerts shall have a time delay related to the frequency of the ship's movements.

9.3.5.3 Circuits

Alarm signals should be based on normally closed loops, giving alarm upon signal failure.

Shut-down circuits of essential machinery should be based on normally open circuits with loop monitoring.

9.3.5.4 Earth fault

Earth fault(s) in alarm sensor circuits shall cause the alarm to operate, or to be indicated in an alternative manner, or otherwise not prevent indication of alarm(s).

9.3.5.5 Mutual fault independence

A fault in any one alert channel, particularly in the external incoming and outgoing circuits, shall, as far as is practicable, not influence the normal operation of any other channels.

9.3.5.6 Alert independence

A fault in the visual indication of an alert shall not affect the operation of the audible indication and vice versa.

9.3.5.7 System integrity

As far as is practicable, test facilities for checking the proper function of the electrical circuits, including audible and visual devices, shall be provided.

9.4 Power management systems

9.4.1 General

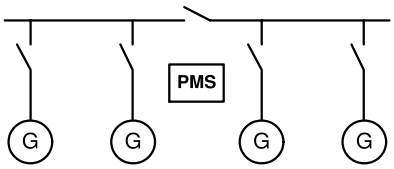
The requirements of 9.4 shall apply where a power management system is specified for the automatic control of electrical power generation and distribution.

Power management systems can be categorized in three different designs (see Figure 1):

a) one common system for all control functions;

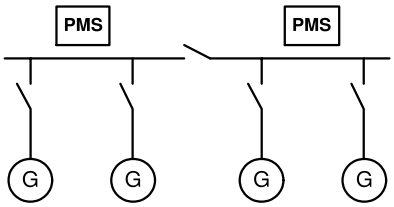
b) one independent system per busbar section;

c) one independent system per main power supply unit.



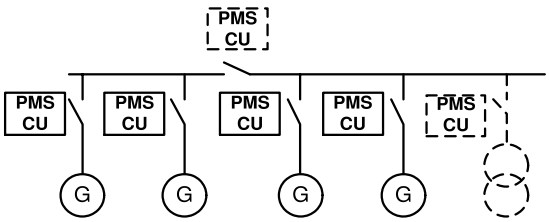
IEC

a) One common system for all control functions



IEC

b) One independent system per busbar section



IEC

c) One independent system per main power supply unit

Key

PMS Power management system

G Generator

CU Control unit

Figure 1 – Typical designs of power management systems

An independent manual control shall be provided regardless of the chosen design. Such automatic control systems for electrical power supply may include in general (see Figure 1 a), b) and c)):

– the load dependent starting/stopping of a generator-set;
– the load distribution and frequency control;
– the heavy load request and power reserve for big consumers;
– the control of equipment for the improvement of overall efficiency.

The designs shown in Figure 1 b) and c) may include the following additional functions:

- control of non-essential consumers;
- paralleling of generator-sets and busbar sections;
- shaft generator control (PTI/ PTO);
- black-out recovery.

The designs described in 9.4.1 c) and Figure 1 c) may include the following additional functions:

1) generator and prime mover protection;
2) synchronizing.

9.4.2 Automatic starting and stopping of main power supply equipment

9.4.2.1 Initiation of starting and stopping commands

Commands for automatic starting and stopping of the main power supply equipment may be initiated in the following cases:

– under-voltage;
– under-frequency;
– expected stop of running set (delayed shut-down);
– overload, overcurrent;
– load dependent start;
– load dependent stop;
– failure of running sets.

9.4.2.2 Delay of signal

In order to avoid inadvertent starting, signals caused by acceptable transient conditions, for example high motor starting currents, shall not cause the automatic starting of a set.

9.4.2.3 Disconnection due to decrease of load

In systems with automatic generator disconnection upon decrease of load, the disconnection shall be provided with an appropriate delay.

9.4.2.4 Warming up and cooling down sequence

Where necessary, or desired, a warming up and a cooling down sequence may be programmed.

9.4.2.5 Pre-starting conditions

Means shall be provided to ensure that proper starting and running conditions exist at any time regarding starting air, fuel, cooling water, etc.

9.4.2.6 Stand-by indication

Stand-by indication shall be arranged at the control panel. An alarm shall be triggered when no stand-by set is available.

9.4.2.7 Start indication and restriction

The running of a set shall be indicated.

The number and the duration of automatic starting attempts shall be limited.

The starting failure of a set shall provide a visual and audible alarm. A sequence system shall be provided, which, in case of starting failure, automatically transfers the starting order to the next set.

9.4.3 Heavy load request and power reserve calculation

A power management system shall calculate on request if the load reserve is sufficient to start a heavy consumer. Where load reserve is not sufficient the heavy consumer will be blocked until an additional generator-set is connected. When a heavy consumer is in operation the power management calculates and maintains the necessary load reserve.

9.4.4 Black-out recovery

9.4.4.1 Connection at black-out

It shall be ensured, when closing a generator circuit-breaker onto a bus bar, that the generator voltage is sufficiently high. In order that the initial load does not exceed the capability of the generator, consideration shall be given to limiting or sequencing the reconnection of the loads, or both.

9.4.4.2 Non-simultaneous closing

Simultaneous automatic closing of two or more generator circuit-breakers shall be prevented.

9.4.4.3 Short circuit

After a short circuit, stand-by generator circuit-breakers as well as bus tie-breakers shall be prevented from closing on to a faulty bus-bar section. Generator circuit-breakers shall not be permitted more than one attempt to close onto a short circuit. A resetting of a triggered short circuit protection device may be possible locally and manually only.

9.4.4.4 Disconnecting of a running set

If a set has been started, due to under-voltage or under-frequency not directly causing a running generator to trip, consideration shall be given to having the faulty generator set disconnected as soon as the stand-by set is ready for taking over (switching over via black-out).

9.4.5 Load sharing and frequency control

Where an automatic load sharing and frequency control function is provided, a fault in any system providing such a function shall not result in the loss of the main source of electrical power.

9.4.6 Shut-down of diesel engine

9.4.6.1 Shut-down

When the safety system of the diesel engine triggers a shut-down, the set shall be automatically disconnected.

9.4.6.2 Pre-alarm

Pre-alarms or delayed shut-downs shall allow a manual or automatic action before a shut-down occurs.

9.4.6.3 Prevention of restarting

The starting of a generator set shall not be possible when a shut-down or stop signal is active.

9.4.7 Automatic disconnection of non-essential consumers

In order to safeguard electrical power supply for essential services, provision of a system to disconnect automatically non-essential consumers shall be considered in the following cases:

– the total load exceeds the rated generator capacity;
– under-frequency or under-voltage;
– failure of one of the generators running in parallel if the total load exceeds the combined capacity of the remaining generator(s). In this case disconnection shall be undelayed.

9.4.8 Design requirements of power management systems (PMSs)

9.4.8.1 General

The PMS shall operate independently. The PMS shall provide different control levels: full automatic control, remote control and local control. Local control of the PMS from the switchboard applies only to Figure 1 b) and c).

For remote control of the PMS from the automation system an interface may be provided. Local control of the PMS shall have higher priority than remote control and automatic control of the PMS.

Any PMS failure shall trigger an alert.

Malfunctioning of the PMS may not lead to loss of the main source of power.

Manual control of the switchboards may not be affected by the automation system and/or PMS system.

9.4.8.2 One common system for all control functions (Figure 1 a))

The PMS shall be supplied from an uninterruptible power supply (UPS) system supplied from the main and emergency source of power.

9.4.8.3 One independent system per busbar section (Figure 1 b))

Each PMS shall be supplied from an independent UPS system supplied from main and emergency source of power. If one of the PMS fails the remaining one shall take control of the complete system.

9.4.8.4 One independent system per main power supply unit (Figure 1 c))

Each PMS shall be supplied from a UPS system supplied from the the main and emergency source of power. Each unit shall also be supplied from the busbar voltage and if applicable from the generator voltage.

If the diesel safety system and/or the generator protection are integrated in the PMS (integrated protection and control system), then a failure of the PMS shall trigger an alarm but not trip the generator-set.

Each generator-set shall be equipped with operation-, indication- and protection-devices, so as to operate the generator-set by manual means also when the integrated protection and control system has failed.

Manual operation of the prime mover means that the following functions are still available:

a) start/stop of the engine;
b) over-speed protection, as far as required;
c) lubrication monitoring , as far as required;
d) required control equipment and instrumentation;
e) speed/load control of the engine.

Manual operation for the generator and the switchgear means:

1) short circuit protection;
2) control, indication and instrumentation in the generator panel.

9.5 Automatic starting installations for electrical motor-driven auxiliaries

9.5.1 General

Subclause 9.5 relates to automatic installations for electrical motor-driven auxiliaries such as lubricating oil pumps, cooling water pumps, etc.

All equipment employed in automatic starting installations for electrical motor-driven auxiliaries shall, where applicable, comply with the requirements according to IEC 60092-202 and IEC 60092-302.

9.5.2 Automatic sequence starting

9.5.2.1 Prevention of overload

Controlgear used for the automatic restart of electrical motors shall, where necessary, be provided with an automatic sequence starting system to prevent overloading of the generating equipment at the moment, and during the procedure, of power restoration after the occurrence of a black-out.

9.5.2.2 Starting delays

The sequence starting system shall ensure the shortest possible starting delay for those auxiliaries which are most vital for the ship's propulsion.

9.5.3 Starting installations for stand-by auxiliaries

9.5.3.1 Starting commands

The starting command for the stand-by machine shall be initiated by a process value measured in the controlled medium. In case of electrical failure of the auxiliary drive in operation the stand-by auxiliary drive shall be started immediately.

The starting command for a stand-by lubricating oil pump motor, for example, shall be taken from the lubricating oil pressure, and not only from the controlgear of the running lubricating oil pump motor.

9.5.3.2 Stand-by indication

Selection of the stand-by position for an electrical motor-driven auxiliary, together with the information “motor starter ready for remote operation” shall be indicated at the centralized control position as stand-by indication. If the availability of the stand-by function is lost during operation a stand-by alert shall be triggered.

9.5.3.3 Indication of start

Automatic starting of a stand-by auxiliary shall cause an alert.

9.5.4 Control voltages

The automatic changeover system shall be supplied from a UPS system supplied from the main and emergency source of power or directly from the dedicated motor starters.

9.5.5 Manual control

A failure in the controlgear of one motor shall not render more than one motor unavailable for manual control. In case of failure in the automatic changeover system both motors shall be available for manual control.

9.5.6 Mechanically driven auxilaries in low speed range

Where auxiliary machinery is mechanically driven from the propulsion system, stand-by units shall be provided for automatic start-up when carrying out manoeuvres in the lower speed range where the output of the mechanically-driven auxiliary machines is not adequate under these conditions.

9.5.7 Mechanically driven auxilaries

No alert shall be triggered in case of machinery installations with mechanically connected pumps, when the independent electrical pumps start up in the course of normal operation.

9.5.8 Sensors

The sensors for stand-by circuits shall be independent from other systems, especially from the related process alerts.

9.6 Machinery control installations

9.6.1 General

Subclause 9.6 relates to the control of machinery essential for the propulsion and safety of the ship.

For electric and electrohydraulic steering gear SOLAS Chapter II-1, Part C, Regulation 30 applies.

For machinery controls SOLAS Chapter II-1, Part C, Regulation 31 applies.

Requirements for the electrical propulsion plant are given in IEC 60092-501.

9.6.2 General requirements

Main and auxiliary machinery essential for the propulsion, control and safety of the ship shall be independent or designed in such a way that failure of one system shall not degrade the performance of another system.

9.6.3 Transfer of control

The control of machinery and associated equipment shall be possible only from one control station at a time, and the changeover between control stations shall be arranged so that it may only be effected with the acceptance of the station taking control. The system shall be provided with interlocks or other suitable means to ensure effective transfer of control (see also 9.6.5.1).

NOTE Where control positions are located within close proximity to allow direct audible and visual contact, the administration can waive this requirement.

9.6.4 Remote control of propulsion machinery from the bridge

9.6.4.1 Application

Where remote control of propulsion machinery from the navigation bridge is provided, the following features shall be incorporated.

9.6.4.2 Parameters under control

The speed, direction of thrust and, if applicable, the pitch of the propeller shall be fully controllable from the navigation bridge under all sailing conditions, including manoeuvring.

9.6.4.3 Control devices

The control shall be performed by a single control device for each independent propeller, with automatic performance of all associated services including, where necessary, means of preventing overload of the propulsion machinery.

Where multiple propellers are designed to operate simultaneously, they may also be controlled by one control device.

9.6.4.4 Emergency stop

The main propulsion machinery shall be provided with an emergency stopping device on the navigation bridge, which shall be independent of the navigation bridge control system.

Where the propulsion prime mover(s) also provide power for the electrical installation, it may be sufficient to remove power from the propellers, for example by means of a clutch.

9.6.4.5 Order indication

Propulsion machinery orders from the navigation bridges shall be indicated in the main machinery control room, if provided, and the manoeuvring platform.

The local control position(s) for the propulsion machinery may be taken as equivalent to the manoeuvring platform.

9.6.4.6 Transfer of control

Remote control of the propulsion machinery shall be possible from only one location at a time; at such locations, interconnected control positions are permitted.

The transfer of control between the navigation bridge and machinery spaces shall be possible only from the main machinery space, or the main machinery control room.

The transfer of control from one control station to another shall not significantly alter the parameters under control, i.e. speed, direction of thrust, or pitch.

The transfer of control shall not be initiated without the acceptance of the station taking the control.

9.6.4.7 Local control

It shall be possible to control the propulsion machinery and all machinery essential for the propulsion and safety of the ship locally, even in the case of failure in any part of the remote control system.

It shall also be possible to control the auxiliary machinery, essential for the propulsion and safety of the ship, at or near the machinery concerned.

9.6.4.8 Failure alarms

The failure of the remote control system shall initiate a visual and audible alarm. Unless impractical, the pre-set speed and direction of thrust of the propeller and, if applicable, the pitch shall be maintained until local control is in operation.

9.6.4.9 Start blocking

If the remote control system of the propulsion machinery is designed for automatic starting, the number of automatic consecutive attempts shall be limited and start-blocking at a pre-set low value of the starting air pressure shall be provided in order to safeguard sufficient starting air pressure for starting from the engine control room, or locally.

9.6.5 Indicators for remote control of machinery

9.6.5.1 Indication of control location

At each operating location, there shall be an indicator showing which location is in control of the machinery.

9.6.5.2 Running indication

Where remote operation is provided, running indication, or other equivalent arrangements, shall be provided at each operating location.

9.6.5.3 Parameter indication

Indications shall be fitted on the navigation bridge, the main machinery control room and the manoeuvring platform for:

– propeller speed and direction of rotation in the case of fixed pitch propellers;
– propeller speed and pitch position in the case of controllable pitch propellers;
– direction for azimuth thrusters.

9.6.6 Manual override

In general, automatic starting, operational and control systems shall include provisions for manually overriding the automatic controls. Failure of any part of such systems shall not prevent the use of the manual override.

9.7 Machinery protection and safety systems

9.7.1 General

Subclause 9.7 relates to the equipment required to initiate appropriate action whenever pre-set limits of the parameters of operating machinery are exceeded. For electrical protection IEC 60092-202 applies.

Attention is drawn to the fact that computer based safety systems for the protection of machinery may require additional and other provisions (see Clause 10).

9.7.2 General requirements

9.7.2.1 Principles of operation

Protection and safety systems are to ensure that a malfunction in machinery operations which presents an immediate danger shall initiate automatic protection, i.e. shut-down or load reduction of that part of the plant, and that a visual and audible alarm shall be given.

9.7.2.2 Separation

Protection and safety systems shall be independent from open and closed loop control and alert systems.

9.7.2.3 Propulsion system

Requirements for propulsion systems are stated in IEC 60092-501.

9.7.2.4 Failure modes

Safety systems and as far as is practicable protection systems, shall be designed so that a single failure within this system gives a visual and audible alarm and does not result in the total loss of propulsion power.

9.7.2.5 Override arrangements

Where arrangements for overriding the shut-down of the main propelling machinery are fitted, these shall be such as to preclude inadvertent operation. A visual and audible alarm shall be provided to indicate that the override has been activated.

9.7.2.6 Stand-by power supply

The protection and safety system shall be continuously powered. A stand-by power supply for the protection and safety system with automatic change-over shall be provided with a capacity for at least 30 min.

Depending on the application, a greater capacity may be necessary, either to achieve safe conditions or where required by the administration.

9.7.2.7 Alarm for supply failure

Visual and audible alarm signals shall be initiated at the failure of the power supplies of the protection and safety systems.

9.8 Bow, inner, side shell and stern doors

9.8.1 Application

These requirements apply to "roll-on, roll-off" (ro-ro) passenger ships.

9.8.2 Remote control

If arranged for remote control, the requirements of 8.3 shall apply.

9.8.3 Indicator system

The following separate indicators shall be provided for each door:

- door fully closed;
- door fully secured (all locking devices in closed position).

Each door shall be separately indicated.

These indications shall be provided both on the bridge and at the operating panels.

9.8.4 Mode selection

The panel on the bridge shall be equipped with a mode selection function "harbour/sea voyage", so arranged that a visual and audible alarm is initiated in the sea voyage mode if any door is not fully closed or not fully secured.

A manual changeover switch may be acceptable to the administration.

9.8.5 Failsafe

The indicator and alarm system for the shell doors shall be designed on the failsafe principle, that is, in the event of a fault within the system, it shall not result in an incorrect indication that any door is fully closed or fully secured if this is not the case.

Where a part of the system can fail in more than one way, precedence shall be given to the most probable fault.

9.8.6 Testing

A means to test both the indication, for example lamp test, and the audible alarm shall be provided at the navigation bridge panel.

9.8.7 Independence

The indicator and alarm system for the shell doors shall be independent of the door control system.

The power supplies to these systems shall be separately protected and shall be provided with a back-up or secure power supply, for example UPS.

Failure of any power supply shall initiate an audible and visual alarm on the navigation bridge.

9.8.8 Display

Indication shall be effective and continuously displayed in all anticipated lighting conditions.

9.8.9 Sensors

Sensors for the indicator and alarm system for the shell doors shall be protected from water, ice formation and mechanical damage.

9.8.10 Television surveillance

A television surveillance system shall be provided to enable monitoring from the navigation bridge of shell doors where leakage may lead to flooding of ro-ro cargo spaces.

For bow doors, both the inner door and the space between the bow doors and inner doors shall be monitored.

Special consideration shall be given for lighting and contrasting colour of objects under surveillance.

Consideration shall also be given to monitoring special category spaces and ro-ro cargo spaces.

9.8.11 Water leakage detection

A water leakage alarm system shall be provided to detect leakage through any doors which could lead to flooding of a special category space or ro-ro cargo space.

For bow doors, leakage through the inner door shall be monitored.

Whenever flooding is detected, a visual and audible alarm shall be initiated on the navigation bridge and at the machinery control room.

9.8.12 Drainage alarm

In the area between bow door and ramp, and in the area between the ramp and inner door where fitted, a drainage system shall be provided.

A separate visual and audible alarm, in addition to that required by 9.8.11, shall be initiated on the navigation bridge if the water level exceeds 0,5 m above the car deck level in these areas.

9.8.13 Control location

Remote control of all closing and securing devices shall be provided from a position above the freeboard deck for bow doors and inner doors giving access to vehicle decks.

9.9 Power-operated watertight doors

9.9.1 General

For power-operated watertight doors, SOLAS Chapter II-1, Part B, Regulation 15 applies.

9.9.2 Indications

All power-operated sliding watertight doors shall be provided with an indication which will show at all remote operating positions whether each door is open or closed, i.e. at the navigation bridge and at the location where hand operation above the bulkhead deck is arranged.

9.9.3 Alarm

An audible alarm, distinct from any other alarm in the area, shall be provided locally for each sliding door.

This alarm shall be active whenever the door is closed remotely by power, and for at least 5 s, but no more than 10 s, before the door begins to move.

The alarm shall continue sounding until the door is completely closed.

In passenger areas and areas of high ambient noise, the administration may require the audible alarm to be supplemented by an intermittent visual signal on the door.

9.9.4 Closure rate

Sliding doors shall have an approximately uniform rate of closure under power. The closure time, from the time the door begins to move to the time it reaches the completely closed position, shall in no case be less than 20 s or more than 40 s under normal operating conditions as stated in Table 1.

9.9.5 Power supply

The electrical power required for sliding doors shall be supplied from the emergency switchboard either directly or by a dedicated distribution board situated above the bulkhead deck.

The associated control, indication and alarm circuits shall be supplied as specified above.

In addition, in the event of failure of either the main or emergency source of electrical power, they shall be supplied by the transitional source of emergency electrical power.

The transitional source of emergency electrical power shall have sufficient capacity to operate the door at least three times, i.e. closed-open-closed against an inclination value according to Table 1, items No. 11a and No. 11b.

9.9.6 Dedicated circuits

Each electrically operated sliding door shall be provided with its own motor and associated circuits, capable of opening and closing the door.

A single failure in these circuits shall not prevent hand operation of the door.

9.9.7 Location of equipment

As far as is practicable, electrical equipment and components for watertight doors shall be situated above the bulkhead deck and outside hazardous areas and spaces (see IEC 60092-502).

9.9.8 Enclosures

The enclosures of electrical components, necessarily situated below the bulkhead deck, shall provide suitable protection against the ingress of water as specified below:

a) electrical motors, associated circuits and control components: protected to at least IPX7 standard;

b) door position indicators and associated circuit components: protected to IPX8 standard;

c) door movement indicating devices: protected to at least IPX6 standard.

The water pressure testing of the enclosures protected to IPX8 shall be based on the pressure that may occur at the location of the component during flooding for a period of 36 h with the ship afloat.

Other arrangements for the enclosures of electrical components may be fitted, provided the administration is satisfied that an equivalent protection is achieved.

9.9.9 Leakage

As far as is practicable, arrangements shall be such that leakage of water into the electrical equipment located below the bulkhead deck will not cause the door to open.

9.9.10 Independent circuits

Electric power, control, indication and alarm circuits shall be protected against fault in such a way that a failure in one door circuit will not cause a failure in any other door circuit.

9.9.11 Failure of alarm circuits

Short circuits or other faults in the alarm or indicator circuits of a door shall not result in a loss of power operation of that door.

9.9.12 Failure of control circuits

A single electrical failure in the power operating or control system of a sliding door shall not result in a closed door opening.

9.9.13 Power supply monitoring

The power supply shall be continuously monitored at a point in the electrical circuit as near as practicable to each of the motors required by 9.9.5. Loss of any such power supply shall activate an audible and visual alarm at the central operating console at the navigation bridge.

9.9.14 Mode selection

The central operating console at the navigation bridge shall have a "master mode" switch with two modes of control: a "local control" mode which shall allow any door to be locally opened and locally closed after use without automatic closure, and a "doors closed" mode, which shall automatically close any door that is open. The "doors closed" mode shall permit doors to be opened locally and shall automatically re-close the doors upon release of the local control mechanism with a delay sufficient to pass the door. The "master mode" switch shall normally be in the "local control" mode. The "doors closed" mode shall only be used in an emergency or for testing purposes. Special consideration shall be given to the reliability of the "master mode" switch.

9.9.15 Indication on navigation bridge

The central operating console at the navigation bridge shall be provided with a diagram showing the location of each door, with visual indicators to show whether each door is open or closed. Indication shall be effective and continuously available in all anticipated lighting conditions.

A red light shall indicate a door is fully open and a green light shall indicate a door is fully closed.

When the door is closed remotely, the red light shall indicate the intermediate position by flashing.

The indicating circuit shall be independent of the control circuit for each door.

9.9.16 Remote opening

It shall not be possible to remotely open any door from the central operating console.

9.10 Public address systems on passenger ships

9.10.1 General

A public address system or other effective means of communication complying with the requirements of SOLAS Chapter III, Part B, Regulation 6.5 shall be available throughout the accommodation and service spaces, control stations and open decks.

9.10.2 Override

An override function shall be provided, capable of interrupting any broadcast on the system from any other location on board and be effective even if a speaker has been switched off or its volume turned down.

Access to this function shall be provided from the navigation bridge, and at other control stations be accessible in the event of an emergency, the number and location of these emergency control stations being to the satisfaction of the relevant administration.

These functions shall be protected against unauthorised use by, for example, key or password operation.

9.10.3 Operation

It shall be possible to broadcast messages simultaneously to all loudspeakers, or to a limited number, for example, crew and work locations, by simple operations.

9.10.4 Emergency broadcast

Facilities for performing emergency broadcasts from at least two positions shall be provided.

One of these positions shall have an interrupt facility, capable of broadcasting by simple operation without any action at the other position.

9.10.5 Level adjustment

The systems shall be provided with facilities for adjusting the sound level.

9.10.6 Minimum sound level

The system shall be capable of generating a minimum sound level of:

a) 75 dB (A) in interior spaces, and at least 20 dB (A) above the speech interference level,

b) 80 dB (A) in exterior spaces, and at least 15 dB (A) above the speech interference level.

9.10.7 Interference

The system shall be capable of preventing feedback or other interference.

9.10.8 Fault tolerance

The system shall be so arranged that a single failure does not disrupt the total system.

9.10.9 Protection

Each loudspeaker shall be individually protected against short circuit.

9.10.10 Fire zones

All areas of each fire zone shall have at least two dedicated loops sufficiently separated throughout their length, and have two separate and independent amplifiers.

9.10.11 Segregation

Loudspeakers in public rooms, alleyways, stairways, and control stations shall have at least two loops and two separate and independent amplifiers.

9.10.12 Power supplies

The systems shall be supplied from the main, emergency and transitional source of power.

9.10.13 Cabling

As far as is practicable, cables and wiring shall be routed clear of galleys, laundries, machinery spaces of category A and their casings and other high fire-risk areas.

Where practicable, all such cables should be installed in such a way as to prevent damage caused by heating of the bulkheads due to a fire in an adjacent space.

Cables and wires shall be at least of flame retardant type except the cables passing through high fire-risk areas which shall be of fire-resistant type.

Cable routes shall be separated, or fire-resistant cables shall be used.

10 Computer based systems

10.1 General

Clause 10 applies to the use of computer based systems which provide control, alert, monitoring or safety functions which are additional to the requirements contained in other clauses of this standard.

10.2 General requirements

Computer based systems shall fulfil the requirements of the system under control for all operating conditions, taking into account human safety, environmental impact, damage to vessel as well as equipment, usability of computer based systems and operability of other equipment.

10.3 System categories

Computer based systems shall be assigned into four system categories as shown in Table 2 according to the possible extent of the damage caused by an event.

Consideration shall be given to the extent of the damage directly caused by a failure within the computer based system, but not to any consequential damage.

Table 2 – System categories

Category	Effects	System functionality
I	Those systems, failure of which will not lead to dangerous situations for human safety, safety of the vessel and / or threat to the environment.	Monitoring function for informational / administrative tasks
II	Those systems, failure of which could eventually lead to dangerous situations for human safety, safety of the vessel and / or threat to the environment.	Alert and monitoring functions Control functions which are necessary to maintain the ship in its normal operational and habitable conditions
III	Those systems, failure of which could immediately lead to dangerous situations for human safety, safety of the vessel and / or threat to the environment.	Control functions for maintaining the vessel´s propulsion and steering Protection functions
IV	Those systems, failure of which could immediately lead to catastrophic situations for human safety, safety of the vessel and / or threat to the environment.	Control systems for which manual intervention to avert danger in the event of failure or malfunction is not possible Safety functions

The assignment of a computer based system to the appropriate system category shall be made according to the worst case of direct damage (for examples, see Table 3).

Where independent effective backup or other means of adverting danger is provided the system category may be decreased.

The type and size of ship, the presence of persons in the danger area in terms of duration or frequency, the complexity of the system or the possibility to avert danger may lead to assignment to a different system category.

Table 3 – Examples of assignment to system categories

System category	Example
I	Maintenance support systems Information and diagnostic systems Loading instrument (stand alone)
II	Alert & monitoring equipment Tank capacity measuring equipment Control systems for auxiliary machinery Main propulsion remote control systems Fire detection systems Fire extinguishing systems Bilge systems Governors Loading instrument (on line)
III	Machinery protection systems/equipment Electronic fuel injection for diesel engines Control systems for propulsion and steering Synchronizing units for switchboards
IV	Burner control systems Course control systems of high speed craft (HSC) Dynamic positioning systems
NOTE The examples listed in Table 3 are not exhaustive.	

10.4 System configuration

10.4.1 General

The technical design of a computer system arises out of its assignment to a system category. The measures listed below by way of example, graded according to the requirements of the respective system category, shall be ensured.

The computer systems shall be fast enough to perform control operations and to inform the user correctly and carry out user instructions at the correct time under all operating conditions.

Computer systems shall monitor the program execution and the data flow automatically.

In the event of failure and restarting of computer systems, the process shall be protected from undefined and critical states.

10.4.2 Power supply

The power supply shall be monitored and faults shall be indicated by an alert.

Redundant systems shall be separately protected against short circuits and overloads and shall be separately fed. Program and data held in the system shall be protected from corruption by loss of power.

10.4.3 Hardware

The design of the hardware shall be clearly structured, for example separation of supply voltages. Interchangeable parts shall be easily accessible for repairs and maintenance.

Removable components and connectors shall be appropriately marked to protect against unintentional transposition.

Subsystems in integrated systems shall not mutually interfere.

Computer systems shall preferably be designed without artificial ventilation. If forced ventilation of computer systems is necessary, the provision of an over temperature alert is recommended.

10.4.4 Software

The manufacturer shall apply a systematic procedure during all the phases of software development including modifications appropriate to the relevant system category.

Software shall be tested as appropriate to the relevant system category.

Design and testing of software shall be appropriately documented.

The version of the software with the relevant date and release shall be documented and shall be clearly identifiable.

10.4.5 Data communication links

The reliability of data transmission shall be suitable for the particular application and the system category, and specified accordingly.

The loss of any communication link shall cause an alert.

The data communication link shall be continuously self-checking in order to detect failures on the link itself and data communication failure on nodes.

Switching between redundant links shall not disturb data communication or continuous operation of functions.

Data communication links shall be automatically initialised on power on. After a power interruption the link shall regain normal operation without manual intervention.

10.4.6 Wireless data communication

When an alternative design or arrangements deviating from these requirements are proposed, an engineering analysis is required to be carried out in accordance with a relevant international or national standard acceptable to the administration (see also SOLAS Chapter II-1 Part F, Regulation 55).

As a failure may lead to an accident with catastrophic severity, the use of unconventional technology for such applications will only be permitted exceptionally in cases where evidence is presented that demonstrates acceptable and reliable system performance to the satisfaction of the administration.

The requirements in 10.4.6 are in addition to the requirements of 10.4.5 and apply to system category I and II using wireless data communication links to transfer data between distributed programmable electronic equipment or systems.

Functions that are required to operate continuously to provide essential services dependant on wireless data communication links shall have an alternative means of control that can be brought in action within an acceptable period of time.

Wireless data communication shall employ recognised international wireless communication system protocols that incorporate the following:

- message integrity: fault prevention, detection, diagnosis, and correction so that the received message is not corrupted or altered when compared to the transmitted message;
- configuration and device authentication: they shall only permit connection of devices that are included in the system design;
- message encryption: protection depending on the confidentiality and/ or criticality of the data content;
- security management: protection of network assets, prevention of unauthorised access to network assets.

The wireless system shall comply with the radio frequency and power level requirements of the International Telecommunications Union and administration requirements.

Consideration should be given to system operation in the event of port state and local regulations that pertain to the use of radio-frequency transmission prohibiting the operation of a wireless data communication link due to frequency and power level restrictions.

10.4.7 Network/integration of systems

The architecture and the configuration of a network shall be suitable for the particular system category.

The integration of independent subsystems shall not decrease the reliability of the system.

A failure in one of the subsystems shall not affect the function of other subsystems.

A failure of the transfer of data between interconnected independent subsystems shall not impair their independent functions.

The characteristics of the data communication link shall ensure that all information is transmitted in adequate time and overloading is prevented.

10.4.8 User interface

The user interface of a system shall be designed according to ergonomic principles. These can be found for example in the ABS publication “Guidance notes on the application of ergonomics to marine systems”.

The status (system health) shall be monitored and clearly displayed.

Failure or shut-down of subsystems or functional units shall be indicated by an alert and displayed at every related operator station.

A universal user guide shall be provided for the use of computer systems.

10.4.9 Input devices

Feedback of the effectiveness of control commands shall be indicated.

An assessment shall be performed to define the response time for control commands.

Operator panels located on the bridge shall be individually illuminated. The lighting shall be adaptable to the prevailing ambient conditions.

Where equipment operations or functions may be changed via keyboards, appropriate measures shall be provided to prevent unintentional operation.

If the operation of a key on a keyboard is able to cause dangerous operating conditions, measures shall be taken to prevent the execution by a single action only, such as:

– use of a special key lock;
– use of two or more keys.

Concurrent control interventions shall be prevented by means of interlock. The control station in operation shall be indicated as such.

Controls shall be in accordance to their position and direction of operation to the controlled equipment.

10.4.10 Output devices

The size, colour and density of text, graphic information and alert signals displayed on a visual display unit shall be such that it may be easily read from the normal operator position under all lighting conditions.

Information shall be prioritised, for example alerts (alarms, warnings, cautions) or general.

Alert information shall be displayed in both orders, chronological and prioritized, according to IMO Resolution MSC.302(87).

10.4.11 Graphical user interface

Information shall be presented clearly and intelligibly according to its functional significance and association. Screen contents shall be logically structured and their representation shall be restricted to the data which is directly relevant for the user.

When general purpose graphical user interfaces are employed, only those functions necessary for the respective process shall be made available.

Alerts shall be visually and audibly presented with priority to other information in every operating mode of the system; they shall be clearly distinguishable from other information.

10.5 Protection against modification and loss of data

Computer systems shall be protected against unintentional or unauthorised modification of programs and data, see for example IEC 62443.

For systems of system categories III and IV modifications of safety parameters may only be carried out by the manufacturer.

10.6 Software maintenance

Any software modification/upgrade shall be handled in accordance with change handling procedures, and necessary evidence shall be recorded:

- any revision which may affect compliance with this standard shall be approved by the administration and evidence of such revision shall be available on board;
- the procedure of the modification shall be available;

- integrity of the update software package shall be verified on board before the software update is carried out;
- a test program for verification of correct installation and correct functions shall be available;
- evidence for the reason for updating a software shall be documented in a software release note;
- in case the update software package has not been successfully installed, the previous version of the system shall be available for re-installation and re-testing.

10.7 Remote access

10.7.1 General

Remote access during the voyage of a ship shall be used only for monitoring purposes and with the prior acknowledgment by the ship's responsible crew member only.

The security of the remote access shall be ensured.

10.7.2 Remote software maintenance

The requirements according to 10.5 shall be adhered to.

Modification shall be possible only with the acceptance and acknowledgement by the ship's responsible crew member (for example the captain) and shall be carried out in a harbour only.

In case of unexpected failure after modification a fall back strategy shall be available.

10.8 Documentation

10.8.1 General

All documentation shall provide relevant information in a clear and unambiguous manner.

Symbols and abbreviations used shall be explained or referenced to an appropriate international standard or code.

Documents required for evaluation of computer based systems shall be graded according to the requirements of the respective system category.

Hardware and software versions shall be documented by the manufacturer and shall be retraceable.

Subsequent significant modifications to the software and hardware shall be submitted for approval.

For all tests required in accordance with the system category a test specification shall be prepared and the tests shall be documented.

Test programs and evidence shall be produced according to Table 4, item No. 6.

10.8.2 Hardware

The following documentation shall be provided:

a) system block diagram, showing the arrangement of individual parts, input and output devices and interconnections (see IEC 61355-1);
b) wiring diagrams (see IEC 61355-1);

c) details of input and output devices;

d) details of electric power supplies.

10.8.3 System functional description

Documentation shall be provided to verify compliance with relevant requirements of this standard, for example:

– system specification;

– system performance for normal and abnormal equipment operation;

– instructions for normal and abnormal operating modes;

– transfer of control;

– redundancy or reversionary modes;

– test facilities;

– failure detection and identification facilities (automatic and manual);

– data security;

– access restrictions;

– special aspects requiring user attention.

In addition, documentation shall be provided concerning procedures for:

- start-up;
- restoration of functions;
- maintenance and periodical testing;
- data back-up;
- software reload and system regeneration;
- failure location and repair.

10.8.4 Software

10.8.4.1 Quality plan

A plan for software life cycle activities shall be provided which shall refer to relevant procedures, responsibilities and system documentation, including configuration management.

10.8.4.2 Description

Software shall be described in accordance with the system category, see Table 3. The description of software shall include, for example:

– a description of the basic software installed in each hardware unit;

– a description of the communication software installed on nodes in a network;

– descriptions of application software (not program listings);

– tools for system set-up and process equipment configuration.

10.8.4.3 Application software

Application software shall be described in accordance with the system category, see Table 3. The description of application software shall include, for example:

– identification of system modules that are operative in order to maintain functions including dependencies on other systems;

– detail of each module at a level sufficient to understand its function;

– data and control flow between software modules;

– configuration of the software, including priority schemes;
– switching mechanisms for redundant systems.

10.8.4.4 Ranges and limits

A measurement point list of operation ranges and limits for alerts and safety functions shall be provided.

10.8.5 User interface

10.8.5.1 Documented design

Control station design and arrangement shall be detailed, including drawings, dimensions, figures, etc., of each user input or output device at a level sufficient to assess the working principles.

10.8.5.2 Screen-based dialogue

Details of screen-based computer dialogue shall include:

– description of the functions allocated to each input device;
– details of individual screen views, etc.;
– description of menu operation.

10.8.6 Test and evidence

Test and evidence shall be in accordance with Table 4.

Table 4 – Tests and evidence according to the system category

No.	Tests and evidence	System category			
		I	II	III	IV
1.	Evidence of quality system				
	Quality plan for software		M	M	M
	Inspection of components (only hardware) from sub-suppliers		M	M	M
	Quality control in production		M	M	M
	Final test reports	M	M	S	S
	Traceability of software	M	M	S	S
2.	Evidence of validity of hardware and software specification				
	Software specification		M	S	S
	Hardware specification		M	S	S
	Failure analysis for safety related functions only			S	S
3.	Evidence of software testing				
	Evidence of software testing according to quality plan		M	S	S
	Analysis regarding existence and fulfilment of programming procedures for safety related functions			S	S
	Code inspection, walk–through			M	M
	FMEA / FMECA				S
4.	Hardware tests				
	Tests according to Table 1		W	W	W
5.	Software tests				
	Module tests		M	S	S
	Subsystem tests		M	S	S
6.	Factory system tests				
	Function tests	M	W	W	W
	Operating conditions simulation		W	W	W
	Fault simulation		W	W	W
	Integration simulation tests		W	W	W
7.	On-board tests				
	Complete system tests	M	W	W	W
	Integration tests		W	W	W
8.	Modifications				
	Tests after modifications		W/S[a]	W/S[a]	W/S[a]

M Evidence kept by manufacturer and submitted on request

S Evidence checked by the administration

W To be witnessed by the administration

[a] Subsequent significant modifications to the software and hardware shall be submitted for approval (see 10.8.1).

When using demonstrably service-proven systems and components, the extent of the evidence and tests required and their location may be adjusted by agreement of the administration.

For definitions of the software tests and evidence according to Table 4, see IEC 61508-4.

11 Additional requirements for periodically unattended machinery spaces or for reduced attendance

11.1 General

The arrangements required by SOLAS Chapter II-1, Part E shall be provided.

The arrangements provided shall be such as to ensure that the safety of the ship in all sailing conditions, including manoeuvring, is equivalent to that of a ship having the machinery spaces attended.

The arrangements shall be appropriate for the intended duration of unattended operation.

The design of the arrangements shall be in accordance with Clause 9.

For reduced attendance, the applicability of 11.2 to 11.7 shall be determined by the administration.

11.2 Fire precautions

The arrangements required by SOLAS Chapter II-1, Part E, Regulation 47 shall be provided.

11.3 Protection against flooding

The arrangements required by SOLAS Chapter II-1 Part E, Regulation 48 shall be provided.

11.4 Control of propulsion machinery

The arrangements required by SOLAS Chapter II-1, Part E, Regulation 49 shall be provided.

11.5 Alarm system and engineers' alarm

The arrangements required by SOLAS Chapter II-1 Part E, Regulation 51 shall be provided.

11.6 Protection (safety) systems

The arrangements required by SOLAS Chapter II-1 Part E, Regulation 52 shall be provided.

11.7 Machinery, boiler and electrical installations

The arrangements required by SOLAS Chapter II-1, Part E, Regulation 53 shall be provided.

12 Commissioning and testing

12.1 Tests of completed installation

Tests shall be carried out to demonstrate that the electrical control, monitoring and alert systems have been correctly installed and are in good working order before being put into service. Tests shall be realistic and simulations avoided as far as is practicable.

After the completion of the installation, the entire control equipment shall be tested according to a prescriptive test program.

12.2 Operational tests

The operational tests shall be performed to adjust and record the operational ability of each individual system, including associated sensors, actuators, transducers, indicating and recording instruments, controllers and associated alerts. They shall also include operation in, and switching between, all methods of manual or automatic and local or remote control. The recordings shall be suitably documented.

The entire control system shall be tested for satisfactory operation during trials at quay and at sea, as far as practicable.

See also IEC 60092-401.

13 Documentation

For each control apparatus, the manufacturer shall deliver sufficient information concerning principles of operation, technical specifications, mounting instructions, required starting up or commissioning procedures, fault-finding procedures, maintenance and repair, as well as lists of the necessary test facilities and replaceable parts.

Sufficient information shall be available to enable a complete system description to be prepared.

Circuit diagrams on durable material shall, where relevant for each individual control apparatus, be prominently displayed in or near the apparatus to which it refers, or alternatively included in the control system handbook.

For computer based systems refer to 10.6.

Appropriate documentation specifying all set points shall be available.

Bibliography

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

IEC 60092-376, *Electrical installations in ships – Part 376: Cables for control and instrumentation circuits 150/250 V (300 V)*

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

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

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

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

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61508-4, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 4: Definitions and abbreviations*

IEC 61924-2:2013, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Integrated navigation systems – Part 2: Modular structure for INS – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results*

IACS Req. 1991/Rev.6 Oct 2014*, Unified requirements E10, Test Specification for Type Approval*

IMO Resolution MSC.145(77):2003*, Performance standards for water level detectors on bulk carriers*

_____

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 63
INTRODUCTION 65
1 Domaine d'application 66
2 Références normatives 66
3 Termes et définitions 68
4 Exigences générales 71
4.1 Sûreté de fonctionnement 71
4.2 Sécurité 71
4.3 Séparation 71
4.4 Performance 71
4.5 Aptitude à l'utilisation 72
4.6 Intégration 72
4.7 Activités de développement 72
5 Paramètres des essais de type environnementaux 72
5.1 Généralités 72
5.2 Performances 72
6 Conception 80
6.1 Conditions relatives à l'environnement et à l'alimentation 80
6.2 Conception du circuit 80
6.3 Effets mutuels 80
6.4 Subdivision électrique 80
6.5 Niveau du signal 81
6.6 Alimentation 81
6.6.1 Alimentations autonomes 81
6.6.2 Capacité 81
6.6.3 Protection 81
7 Construction et matériaux 81
7.1 Modifications 81
7.2 Accès 81
7.3 Remplacement 81
7.4 Absence d'interchangeabilité 82
7.5 Refroidissement 82
7.6 Charge mécanique des connecteurs 82
7.7 Caractéristiques mécaniques des armoires 82
7.8 Amortisseurs de chocs et de vibrations 82
7.9 Conducteurs internes 82
7.10 Connexions de câble 83
8 Installation et ergonomie 83
8.1 Généralités 83
8.1.1 Disposition 83
8.1.2 Compatibilité 83
8.1.3 Etiquetage 83
8.1.4 Etiquettes 83
8.1.5 Couleurs d'affichage 83
8.1.6 Eclairage 84
8.1.7 Protection contre les fuites de fluides 84

8.1.8 Protection contre la condensation 84
8.1.9 Câbles et câblage extérieurs 84
8.2 Capteurs 84
8.2.1 Emplacement des capteurs 84
8.2.2 Sondes thermiques 84
8.2.3 Capteurs de pression 84
8.2.4 Détecteurs de niveau d'eau à bord des vraquiers 85
8.2.5 Enveloppe 85
8.2.6 Essai et étalonnage 85
8.2.7 Présentation d'informations 85
8.3 Commandes 85
8.3.1 Commandes à distance 85
8.3.2 Interface homme-machine 86
8.4 Systèmes d'alerte 86
9 Installations particulières 86
9.1 Systèmes de protection contre l'incendie 86
9.2 Systèmes de cale 86
9.3 Systèmes d'alerte pour machines 87
9.3.1 Généralités 87
9.3.2 Exigences d'alerte 87
9.3.3 Affichage des informations 88
9.3.4 Dispositions d'alimentation 88
9.3.5 Conception 88
9.4 Systèmes de gestion de l'alimentation 89
9.4.1 Généralités 89
9.4.2 Démarrage et arrêt automatiques de l'équipement d'alimentation principal 91
9.4.3 Requête de charges intensives et calcul de la réserve de puissance 92
9.4.4 Reprise après mise hors service 92
9.4.5 Répartition de la charge et commande de la fréquence 92
9.4.6 Extinction du moteur diesel 92
9.4.7 Déconnexion automatique des appareils clients non essentiels 93
9.4.8 Exigences de conception des systèmes de gestion de l'alimentation (PMS) 93
9.5 Installations de démarrage automatique pour systèmes auxiliaires à motorisation électrique 94
9.5.1 Généralités 94
9.5.2 Démarrage automatique par séquences 94
9.5.3 Installations de démarrage pour systèmes auxiliaires de secours 94
9.5.4 Tensions de commande 95
9.5.5 Commande manuelle 95
9.5.6 Systèmes auxiliaires à entraînement mécanique à faible vitesse 95
9.5.7 Systèmes auxiliaires à entraînement mécanique 95
9.5.8 Capteurs 95
9.6 Installations de commande des machines 95
9.6.1 Généralités 95
9.6.2 Exigences générales 96
9.6.3 Transfert de commandes 96
9.6.4 Commande à distance des machines de propulsion depuis la passerelle 96

9.6.5 Indicateurs de commande à distance des machines 97
9.6.6 Outrepassement manuel 98
9.7 Système de sécurité et de protection des machines 98
9.7.1 Généralités 98
9.7.2 Exigences générales 98
9.8 Portes d'étrave, portes arrière, portes intérieures et portes de bordé 99
9.8.1 Application 99
9.8.2 Commande à distance 99
9.8.3 Système d'indication 99
9.8.4 Sélection de mode 99
9.8.5 Sécurité intrinsèque 99
9.8.6 Essais 99
9.8.7 Autonomie 99
9.8.8 Affichage 100
9.8.9 Capteurs 100
9.8.10 Télésurveillance 100
9.8.11 Détection des fuites d'eau 100
9.8.12 Alarme de drainage 100
9.8.13 Emplacement de commande 100
9.9 Portes étanches électriques 101
9.9.1 Généralités 101
9.9.2 Indications 101
9.9.3 Alarme 101
9.9.4 Vitesse de fermeture 101
9.9.5 Alimentation 101
9.9.6 Circuits dédiés 101
9.9.7 Emplacement des équipements 102
9.9.8 Enveloppes 102
9.9.9 Fuite 102
9.9.10 Circuits autonomes 102
9.9.11 Défaillance des circuits d'alarme 102
9.9.12 Défaillance des circuits de commande 102
9.9.13 Surveillance de l'alimentation 102
9.9.14 Sélection de mode 102
9.9.15 Indications sur la passerelle de navigation 103
9.9.16 Ouverture à distance 103
9.10 Système d'adresses publiques sur les navires de passagers 103
9.10.1 Généralités 103
9.10.2 Outrepassement 103
9.10.3 Utilisation 103
9.10.4 Diffusion d'urgence 103
9.10.5 Réglage des niveaux sonores 104
9.10.6 Niveau sonore minimal 104
9.10.7 Interférences 104
9.10.8 Tolérance aux pannes 104
9.10.9 Protection 104
9.10.10 Zones d'incendie 104
9.10.11 Séparation 104
9.10.12 Sources d'alimentation 104

9.10.13 Câblage ... 104
10 Systèmes informatiques ... 105
10.1 Généralités ... 105
10.2 Exigences générales ... 105
10.3 Catégories de systèmes ... 105
10.4 Configuration système ... 106
10.4.1 Généralités ... 106
10.4.2 Alimentation ... 106
10.4.3 Matériel ... 107
10.4.4 Logiciel ... 107
10.4.5 Liaisons de communication de données ... 107
10.4.6 Communication de données sans fil ... 107
10.4.7 Réseau/intégration système ... 108
10.4.8 Interface utilisateur ... 108
10.4.9 Dispositifs d'entrée ... 109
10.4.10 Dispositifs de sortie ... 109
10.4.11 Interface utilisateur graphique ... 109
10.5 Protection contre la modification et la perte de données ... 110
10.6 Maintenance logicielle ... 110
10.7 Accès à distance ... 110
10.7.1 Généralités ... 110
10.7.2 Maintenance logicielle à distance ... 110
10.8 Documentation ... 110
10.8.1 Généralités ... 110
10.8.2 Matériel ... 111
10.8.3 Description fonctionnelle du système ... 111
10.8.4 Logiciel ... 112
10.8.5 Interface utilisateur ... 112
10.8.6 Essais et justificatifs ... 112
11 Exigences complémentaires relatives aux locaux de machines peu ou pas surveillés ... 114
11.1 Généralités ... 114
11.2 Précautions en cas d'incendie ... 114
11.3 Protection contre l'envahissement ... 114
11.4 Commande des machines de propulsion ... 114
11.5 Systèmes et conception technique des alarmes ... 114
11.6 Systèmes de protection (sécurité) ... 114
11.7 Machines, chaudières et installations électriques ... 114
12 Mise en service et essais ... 115
12.1 Essais après achèvement ... 115
12.2 Essais opérationnels ... 115
13 Documentation ... 115
Bibliographie ... 116

Figure 1 – Systèmes types de gestion de l'alimentation ... 90

Tableau 1 – Essais de type, procédures d'essai et niveaux de sévérité 73
Tableau 2 – Catégories de systèmes 105
Tableau 3 – Exemples d'affectation aux catégories de systèmes 106
Tableau 4 – Essais et justificatifs en fonction de la catégorie de systèmes 113

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 504: Automatisation, commande et instrumentation

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.

2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.

3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.

4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.

5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.

6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.

7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.

8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.

9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60092-504 a été établie par le comité d'études 18 de l'IEC: Installations électriques des navires et des unités mobiles et fixes en mer.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2001. Cette édition constitue une révision technique.

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

a) le titre de la partie a été modifié avec addition du terme "Automatisation";

b) le contenu du corrigendum de janvier 2011 a été intégré;

c) un nouveau paragraphe 5.1 "Généralités" contenant les exigences générales applicables aux essais de type a été ajouté;

d) le Tableau 1 a été aligné sur la dernière version du document IACS Req. 1991/Rev. 5, 2006;

e) la version révisée de la Résolution OMI A.1021(26), Recueil de règles relatives aux alertes et aux indicateurs:2009, a été prise en compte;

f) la Résolution OMI MSC.302(87) a été prise en compte. Par conséquent, le terme "alerte" a été utilisé lorsqu'il est question du terme générique. Cela concerne notamment le texte de 8.4 et 9.3;

g) un nouveau paragraphe 8.2.4: la version révisée de la Résolution OMI MSC.145(77) Normes de fonctionnement des détecteurs de niveau d'eau à bord des vraquiers: 2003 a été pris en compte;

h) le paragraphe 9.1 relatif aux systèmes de détection et d'alarme d'incendie a été entièrement révisé; la Résolution OMI MSC.98(73) (Recueil FSS) et son amendement MSC.292(87): 2010 ont été pris en compte;

i) un nouveau paragraphe 9.2 "Systèmes de cales" a été ajouté;

j) le paragraphe 9.4 "Installations de commande automatique pour alimentation électrique" et le paragraphe 9.5 "Installations de démarrage automatique pour systèmes auxiliaires à motorisation électrique" ont été intégralement révisés;

k) l'Article 10 "Systèmes informatiques" a été intégralement révisé;

l) un nouveau paragraphe 10.3.6 "Communication de données sans fil" a été ajouté;

m) un nouveau paragraphe 10.5 "Accès à distance" a été ajouté.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
18/1539/FDIS	18/1545/RVD

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

L'IEC 60092 constitue une série de Normes internationales applicables aux installations électriques des navires maritimes, qui rassemblent les bonnes pratiques et coordonnent, dans la mesure du possible, les règles en place.

Lesdites normes forment un code d'interprétation pratique et de précision des exigences de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, un guide destiné aux règlements qui pourront être préparés ultérieurement et un énoncé des pratiques à l'usage des propriétaires, des constructeurs de navires et des organismes appropriés.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES –

Partie 504: Automatisation, commande et instrumentation

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60092 définit les équipements électriques, électroniques et programmables destinés aux systèmes d'automatisation, de commande, de surveillance, d'alerte, et de sécurité et de protection utilisés à bord des navires.

2 Références normatives

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

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire électrotechnique international (VEI)* (disponible sous www.electropedia.org)

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-52, *Essais d'environnement – Partie 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

IEC 60092-101:1994, *Installations électriques à bord des navires – Partie 101: Définitions et prescriptions générales*
IEC 60092-101:1994/AMD1:1995

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

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

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

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

IEC 60092-502, *Electrical installations in ships – Part 502: Tankers – Special features* (disponible en anglais seulement)

IEC 60447, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de manœuvre*

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

IEC 60533, *Electrical and electronic installations in ships – Electromagnetic compatibility (EMC) – Ships with a metallic hull* (disponible en anglais seulement)

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

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

IEC 61355-1, *Classification et désignation des documents pour installations industrielles, systèmes et matériels – Partie 1: Règles et tableaux de classification*

IEC 62443 (toutes les parties), *Réseaux industriels de communication – Sécurité dans les réseaux et les systèmes*

Publication ABS, *Guidance notes on the application of ergonomics to marine systems (02-2014)* (disponible en anglais seulement)

CISPR 16-1-1, *Spécification des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

CISPR 16-2-1, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites*

EN 54 (toutes les parties), *Systèmes de détection et d'alarme incendie*

Résolution OMI A.1021(26):2009, *Recueil de règles relatives aux alertes et aux indicateurs*

Résolution OMI MSC.302(87):2010, *Adoption de la recommandation sur les normes de performance pour la gestion des alertes à la passerelle (BAM)*

Résolution OMI A.813(19):1995, *Prescriptions générales relatives à la compatibilité électromagnétique de tous les équipements électriques et électroniques des navires*

Résolution OMI MSC.98(73):2000, *Adoption du recueil international des règles applicables aux systèmes de protection contre l'incendie (recueil FSS)*

SOLAS, *Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS, Safety Of Life At Sea):1974, édition consolidée, 2009*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1
exactitude
qualité qui caractérise la proximité d'une valeur mesurée par rapport à la valeur vraie correspondante

3.2
administration
gouvernement du pays où le navire est immatriculé

[SOURCE: SOLAS, Chapitre I, Règle 2, Définition (b)]

3.3
disponibilité
aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction exigée dans des conditions données pendant un intervalle de temps donné, en prenant pour hypothèse que la fourniture des moyens extérieurs exigés est assurée

3.4
commande centralisée
commande de l'ensemble des opérations d'un système depuis un poste central

3.5
système informatique
système constitué de plusieurs dispositifs électroniques programmables et de leurs connexions, périphériques et logiciels nécessaires à l'exécution de fonctions automatiquement spécifiées

Note 1 à l'article: Les types suivants de dispositifs programmables pourraient faire partie d'un système informatique: unité centrale, mini-ordinateur, ordinateur avec microprocesseur, automate programmable.

3.6
fonctions de commande
fonctions destinées à réguler le comportement des équipements ou systèmes

3.7
poste de commande
groupe de dispositifs de commande au moyen duquel un opérateur peut maîtriser les performances d'une machine, d'un appareil, d'un processus ou d'un ensemble de machines et d'appareils

Note 1 à l'article: Un poste de commande permettra généralement à l'opérateur de vérifier que les conditions souhaitées sont satisfaites au travers d'un système de surveillance adapté.

3.8
sûreté de fonctionnement
degré de fiabilité qui peut être affecté à un système concernant sa capacité à remplir ses fonctions prévues dans des conditions environnementales et opérationnelles définies

3.9
services essentiels
fonctions nécessaires à la propulsion, à la manœuvre et à la sécurité du navire et de son personnel

3.10
de sécurité intrinsèque
à sûreté intégrée
qualifie une entité qui est conçue en vue d'éviter que ses défaillances n'entraînent des pannes critiques

Note 1 à l'article: D'après l'application, la sécurité intrinsèque sera prédéterminée en termes de priorités concernant la sécurité du navire; en général, elle peut être considérée comme l'élément le moins critique parmi les composants et systèmes auxiliaires de l'installation industrielle de propulsion/manœuvre, par exemple.

[SOURCE: IEC 60050-821: 1998, 821-01-10, modifiée – une note a été ajoutée.]

3.11
fonction
opération élémentaire réalisée par le système conjointement avec d'autres opérations élémentaires (fonctions système) afin de permettre au système d'exécuter une tâche

3.12
intégrité
capacité d'un système à exécuter correctement les fonctions exigées dans l'ensemble des conditions énoncées et sur une période définie

3.13
salle de commande des machines
salle ou locaux rassemblant les commandes centralisées, les équipements de mesure et de surveillance des équipements principaux et des machines auxiliaires stratégiques, ainsi que les systèmes de communication dédiés

3.14
maintenabilité
dans des conditions données d'utilisation, aptitude d'une entité à être maintenue ou rétablie dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction exigée, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits

Note 1 à l'article: Le terme "maintenabilité" est aussi employé comme caractéristique de cette aptitude.

3.15
fonctions de surveillance
fonctions destinées à collecter les données des équipements et systèmes à des fins d'affichage et d'enregistrement

3.16
fonctions de protection
fonctions destinées à prévenir la détérioration des équipements et systèmes en cas de panne

3.17
fiabilité
aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un intervalle de temps donné

Note 1 à l'article: Il est généralement admis que l'entité est en état d'accomplir la fonction exigée au début de l'intervalle de temps donné.

Note 2 à l'article: La fiabilité est généralement exprimée quantitativement par des caractéristiques appropriées. Dans certaines applications, l'une des caractéristiques est une expression de cette aptitude par une probabilité, appelée aussi fiabilité.

[SOURCE: IEC 60050-312:2001, 312-07-06, modifiée – les notes 1 et 2 ont été ajoutées.]

3.18
fonctions de protection et de sécurité
fonctions destinées à prévenir toute blessure ou tout risque pour le personnel, et à protéger les équipements/systèmes

3.19
logiciel
programmes informatiques, procédures, règles et documentation associée à un système numérique de traitement des informations rattaché aux opérations et intégrant un programme d'application (utilisateur), un middleware et un système d'exploitation (firmware)

3.20
système
ensemble de composants organisés de sorte à exécuter une fonction ou un ensemble de fonctions spécifique

3.21
aptitude à l'utilisation
degré auquel un système peut être utilisé par des utilisateurs spécifiés pour atteindre des buts définis de manière efficace, efficiente et satisfaisante dans un contexte d'utilisation spécifié

3.22
zone de passerelle et de pont
zone de manœuvre et de navigation du navire dans laquelle sont situées les antennes

3.23
local de machines
locaux situés entre les cloisonnements étanches à l'eau d'un local contenant les machines principales et auxiliaires servant à la propulsion, y compris chaudières, génératrices et moteurs électriques destinés essentiellement à la propulsion

Note 1 à l'article: Dans le cas de dispositions inhabituelles, l'administration peut définir les limites des locaux de machines.

[SOURCE: SOLAS, Chapitre II-1, Règle 2, Définition 15]

3.24
commande à distance
télécommande
commande d'une manœuvre, effectuée à partir d'un point éloigné du dispositif de connexion commandé

[SOURCE IEC 60050-441:2000, 441-16-07]

3.25
processus
série d'actions systématiques à l'origine d'un résultat spécifique lié à l'exécution d'une instance d'un programme informatique

3.26
système d'automatisation
système de surveillance et de commande d'un processus

3.27
instrumentation
instruments et applications de surveillance, de mesure et de commande

3.28
modification majeure
modification des fonctionnalités et/ou de la sécurité du système

3.29
PMS
système de gestion de l'alimentation
système de commande automatique dédié à la génération et à la distribution d'énergie électrique

Note 1 à l'article: L'abréviation PMS est dérivée du terme anglais développé correspondant "power management system".

4 Exigences générales

4.1 Sûreté de fonctionnement

Les systèmes doivent être adaptés à l'utilisateur, à l'activité et à l'application.

L'intégrité des systèmes doit être adaptée aux fonctions prises en charge, notamment eu égard aux facteurs tels que la disponibilité, la fiabilité et la maintenabilité.

4.2 Sécurité

Les systèmes doivent être conçus de sorte à réduire le risque de blessure ou le risque environnemental à un niveau acceptable pour l'administration, que ce soit en fonctionnement normal ou en conditions de défaillance. Les fonctions doivent être conçues d'après le principe de sécurité intrinsèque.

4.3 Séparation

Les systèmes doivent être conçus de sorte que la défaillance d'un composant d'un système n'affecte pas de manière excessive un autre système, sous-système ou composant, et doivent être, dans la mesure du possible, identifiables.

La défaillance d'un système d'automatisation ne doit pas influencer les fonctions de protection et de sécurité.

Les fonctions de protection et de sécurité doivent être autonomes par rapport aux fonctions de commande. Dans la mesure du possible, les fonctions de commande et de surveillance (alerte) doivent également être autonomes.

Les systèmes de secours ou autres dispositions redondantes doivent être autonomes du point de vue fonctionnel.

4.4 Performance

Les systèmes doivent respecter des niveaux de performance spécifiques en fonctionnement et, le cas échéant, en condition de panne.

La répétabilité et l'exactitude doivent être adaptées à l'utilisation proposée et doivent être maintenues aux valeurs spécifiées au cours de la durée de vie attendue et en usage normal.

Les systèmes doivent rester stables dans l'ensemble de la plage de fonctionnement.

4.5 Aptitude à l'utilisation

Les systèmes doivent être facilement utilisables dans les conditions de fonctionnement prévues et doivent garantir un fonctionnement efficace et efficient.

Des mesures de protection contre toute exploitation inadaptée doivent être instaurées.

4.6 Intégration

Lorsque la sécurité du personnel peut directement dépendre du fonctionnement correct ou de la défaillance d'un système, ledit système ne doit pas être intégré à un autre système ni en dépendre, à l'exception de ceux chargés des fonctions complémentaires.

Lorsque la sécurité peut indirectement dépendre du fonctionnement correct ou de la défaillance d'un système, l'intégrité du système intégré doit satisfaire aux exigences de l'administration.

4.7 Activités de développement

Les activités réalisées dans le cadre du processus de développement, depuis la conception initiale jusqu'à la réalisation finale, ainsi que toutes les modifications d'utilisation ultérieures, doivent être planifiées et structurées de manière systématique et doivent être gérées correctement. Les personnes chargées de l'exécution de ces activités doivent être compétentes en la matière.

Les activités, domaines d'application, responsabilités et compétences doivent être documentés.

5 Paramètres des essais de type environnementaux

5.1 Généralités

Les conditions atmosphériques normalisées applicables aux essais fonctionnels par rapport aux spécifications d'équipement sont définies au n° 2 du Tableau 1.

Les essais décrits au Tableau 1 sont applicables (mais non réservés) à l'ensemble des équipements utilisés pour:

– l'automatisation, la commande, la protection et la sécurité;
– la communication interne.

Le type des équipements électriques et électroniques des navires qui ne sont exigés ni par les règles de classification ni par les conventions internationales et qui sont susceptibles de provoquer des perturbations électromagnétiques doit satisfaire aux exigences d'essai des spécifications d'essai en matière d'émissions par rayonnement et d'émissions conduites, conformément aux n° 19 et n° 20 du Tableau 1.

5.2 Performances

Lorsque les équipements ou systèmes sont soumis aux essais de type, les procédures d'essai ainsi que les niveaux de sévérité spécifiés au Tableau 1 doivent s'appliquer.

La conformité à la Résolution OMI A.813(19) exigera de soumettre à essai tous les équipements électriques et électroniques des navires au regard des normes de compatibilité électromagnétique correspondantes.

Tableau 1 – Essais de type, procédures d'essai et niveaux de sévérité

N°	Essai [a]	Procédure conforme à	Paramètres d'essai, niveau de gravité		Exigences supplémentaires
1	Inspection visuelle				Examen des équipements concernant: – la conformité aux schémas et données de conception; – la conformité aux normes IEC applicables; – la qualité de l'exécution et de la construction.
2	Essai fonctionnel par rapport aux spécifications d'équipement		Conditions atmosphériques normalisées: – température: 25 °C ± 10 °C – humidité relative: 60 % ± 30 % – pression atmosphérique: 96 kPa ± 10 kPa		
3	Essai de haute tension		Tension d'isolement assignée U_n V	Tension d'essai en courant alternatif V	Fréquence de la tension d'essai: 50 Hz ou 60 Hz. Circuits séparés dont les essais doivent être comparés. La connexion à la terre de l'ensemble des circuits interconnectés doit être soumise à essai. Les points de contact ouverts des pièces de contact doivent être soumis à essai. Les circuits imprimés équipés de composants électroniques qui pourraient être détériorés peuvent être enlevés pendant l'essai.
			$U_n \leq 65$ $66 < U_n \leq 250$ $251 < U_n \leq 500$	$2 \times U_n + 500$ 1 500 2 000	
			$501 < U_n \leq 690$	2 500	
			Durée d'application de la tension d'essai: 1 min		

N°	Essai [a]	Procédure conforme à	Paramètres d'essai, niveau de gravité			Exigences supplémentaires
4a	Variation de l'alimentation	IEC 61000-4-11	**Alimentation en courant alternatif**			
			N° de combinaison	Variation de tension (permanente) %	Variation de la fréquence (permanente) %	Chaque combinaison doit être soumise à essai.
			1	+ 6	+ 5	
			2	+ 6	– 5	
			3	– 10	– 5	
			4	– 10	+ 5	
				Tension transitoire (durée: 1,5 s)	Fréquence transitoire (durée: 5 s)	
			5	+ 20	+ 10	
			6	– 20	– 10	
			Alimentation en courant continu			
			Tolérance de la tension continue	± 10 %		
			Variation cyclique de la tension	5 %		
			Ondulation de la tension	10 %		
			Alimentation par batterie: de + 30 % à – 25 % pour les équipements connectés à la batterie ou conformément aux caractéristiques de charge/décharge, y compris la tension ondulatoire du dispositif de charge; de + 20 % à – 25 % pour les équipements non connectés à la batterie au cours de la charge.			
4b	Défaillance d'alimentation	IEC 61000-4-11	Trois interruptions en 5 min Pauses de 30 s			Vérification de: – l'action préconisée pour l'équipement concernant la coupure et la restauration de l'alimentation; – la corruption potentielle du programme ou des données contenues dans les systèmes électroniques programmables, le cas échéant.

N°	Essai [a]	Procédure conforme à	Paramètres d'essai, niveau de gravité				Exigences supplémentaires
5	Résistance d'isolement [b]		Tension d'alimen-tation assignée V	Tension d'essai V	Résistance d'isolement minimale MΩ		Entre les circuits et la terre; au niveau des bornes d'alimentation, le cas échéant. La résistance doit être mesurée avant et après l'essai de haute tension, l'essai de chaleur humide, l'essai au froid et l'essai au brouillard salin.
					Avant l'essai	Après l'essai	
			$U_n \leq 65$	2 × U_n min. 24	10	1	
			$U_n > 65$	500	100	10	
6	Froid avec variation progressive de température [c]	IEC 60068-2-1 Essai Ab pour équipements non dissipatifs IEC 60068-2-1 Essai Ad pour équipements dissipatifs	Température: + 5 °C ± 3 °C Durée: 2 h		Température: –25 °C ± 3 °C Durée: 2 h		Mesure initiale de la résistance d'isolement (voir l'essai n° 5). Equipement non opérationnel pendant le conditionnement sauf pour l'essai fonctionnel. Essai fonctionnel effectué au cours de la dernière heure à température d'essai. Mesure de la résistance d'isolement et essai fonctionnel après reprise.
7	Chaleur sèche avec variation progressive de température [d]	IEC 60068-2-2 Essai Bb pour équipements non dissipatifs	Température: 55 °C ± 2 °C Durée: 16 h		Température: 70 °C ± 2 °C Durée: 16 h		Equipement opérationnel pendant le conditionnement. Essai fonctionnel effectué au cours de la dernière heure à température d'essai. Essai fonctionnel après reprise.
		IEC 60068-2-2 Essai Be pour équipements dissipatifs	Température: 55 °C ± 2 °C Durée: 16 h		Température: 70 °C ± 2 °C Durée: 16 h		Equipement opérationnel pendant le conditionnement et système de refroidissement allumé, le cas échéant. Essai fonctionnel effectué au cours de la dernière heure à température d'essai. Essai fonctionnel après reprise.

N°	Essai [a]	Procédure conforme à	Paramètres d'essai, niveau de gravité	Exigences supplémentaires
8	Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h) [i]	IEC 60068-2-30 Essais Db	Température: 55 °C Humidité: 95 % Durée: deux cycles (12 h + 12 h)	Mesure de la résistance d'isolement avant l'essai. Equipement opérationnel pendant le premier cycle et éteint en cours du second cycle, sauf pour l'essai fonctionnel. Essai fonctionnel effectué au cours des deux premières heures du premier cycle à température d'essai et au cours des deux dernières heures du second cycle à température d'essai. Reprise en conditions atmosphériques normalisées. Mesure de la résistance d'isolement et essai de performance.
9	Brouillard salin [e]	IEC 60068-2-52 Essai Kb	Quatre périodes de vaporisation chacune suivie d'une période de stockage de 7 jours	Mesure initiale de la résistance d'isolement et essai fonctionnel initial. Equipement en position normale pendant l'essai. Equipement non opérationnel pendant le conditionnement. Essai opérationnel le 7e jour de chaque période de vaporisation. Mesure de la résistance d'isolement et essai de performance 4 h à 6 h après la période de reprise.
10	Vibrations (sinusoïdales)	IEC 60068-2-6 Essai Fc	Pour les applications générales: 2^{+3}_{-0} Hz à 13,2 Hz Amplitude: ± 1 mm > 13,2 Hz à 100 Hz Accélération: ± 0,7 g Endurance à: – chaque fréquence de résonance à laquelle un facteur d'amplification $Q \geq 2$ est enregistré; – 30 Hz lorsqu'aucune fréquence de résonance n'est enregistrée.	Au cours de l'essai de vibrations, les conditions de fonctionnement doivent être démontrées. Essais devant être réalisés sur trois plans mutuellement perpendiculaires. Il est recommandé (sous forme de lignes directrices) que Q ne dépasse pas 5. En cas d'essai de balayage, si plusieurs

N°	Essai [a]	Procédure conforme à	Paramètres d'essai, niveau de gravité	Exigences supplémentaires
			Pour les équipements montés sur les machines alternatives installées dans le compartiment de l'appareil à gouverner ou à un emplacement similaire: 2,0 Hz à 25 Hz Amplitude: ± 1,6 mm > 25 Hz à 100 Hz Accélération: ± 4 g Endurance à: – chaque fréquence de résonance à laquelle un facteur d'amplification $Q \geq 2$ est enregistré; – 30 Hz lorsqu'aucune fréquence de résonance n'est enregistrée.	fréquences de résonance rapprochées sont détectées, la durée de l'essai doit être de 120 min.
			En conditions extrêmes uniquement: De 40 Hz à 2 000 Hz, accélération: ± 10 g Durée: 90 min	Sur les collecteurs d'échappement des moteurs diesel, par exemple
11a	Inclinaison constante [a, i]		22,5° Chaque direction Equipement opérationnel	
11b	Inclinaison dynamique		22,5° 0,1 Hz	Chaque direction Equipement opérationnel Durée de l'essai supérieure à 15 min
12	Protection par enveloppe	IEC 60529	En fonction de l'emplacement	Les exigences minimales relatives au degré de protection sont fournies dans l'IEC 60092-201.
13	Décharge électrostatique	IEC 61000-4-2	Décharge par contact: 6 kV Décharge dans l'air: 8 kV Intervalle entre deux décharges simples: 1 s Nombre d'impulsions: 10 par polarité Conformément au 3e niveau d'essai	Des décharges électrostatiques peuvent se produire en cas de contact avec l'appareil. L'essai doit être réservé aux points et aux surfaces qui peuvent habituellement être accessibles à l'opérateur. Critère de performance B [f].
14	Champ électro-magnétique	IEC 61000-4-3	Plage de fréquences: 80 MHz à 6 GHz Modulation: 80 % AM à 1 000 Hz Intensité du champ: 10 V/m Vitesse de balayage en fréquence: $\leq 1{,}5 \times 10^{-3}$ décades/s (ou 1 %/3 s) Conformément au 3e niveau d'essai	Champs électromagnétiques émis par différents émetteurs. Si, dans le cadre d'essais pour équipements, un signal d'entrée avec fréquence de modulation de 1 000 Hz est nécessaire, une fréquence de modulation de 400 Hz peut être choisie. Critère de performance A [g].

N°	Essai [a]	Procédure conforme à	Paramètres d'essai, niveau de gravité	Exigences supplémentaires
15	Basse fréquence conduite	IEC 60533	Accès d'alimentation en courant alternatif: Plage de fréquences: fréquence assignée sur la 200e harmonique; Tension d'essai (valeur efficace): tension d'alimentation de 10 % à la 15e harmonique réduite à 1 % à la 100e harmonique, ce niveau étant maintenu jusqu'à la 200e harmonique; 2 W max. Accès d'alimentation en courant continu: Plage de fréquences: 50 Hz à 10 kHz; Tension d'essai (valeur efficace): 10 % de tension, 2 W max.	Déformations du système d'alimentation générées, par exemple, par des appareils électroniques clients et couplées sous forme d'harmoniques. Méthodologie d'essai conforme à la norme IEC 60945. Critère de performance A [g].
16	Radio-fréquence conduite	IEC 61000-4-6	Plage de fréquences: 150 kHz à 80 MHz Amplitude: 3 V efficaces [h] Modulation: 80 % AM à 1 000 Hz Plage de fréquences de balayage: $\leq 1{,}5 \times 10^{-3}$ décades/s (ou 1 %/3 s) Conformément au 2e niveau d'essai	Champs électromagnétiques couplés en haute fréquence dans l'éprouvette d'essai via les lignes de connexion. Si, dans le cadre d'essais pour équipements, un signal d'entrée avec fréquence de modulation de 1 000 Hz est nécessaire, une fréquence de modulation de 400 Hz peut être choisie. Critère de performance A: voir note [g].
17	Transitoires rapides en salves	IEC 61000-4-4	Durée d'une impulsion simple: 5 ns (valeur entre 10 % et 90 %) Largeur d'une impulsion: 50 ns (valeur 50 %) Amplitude (de pointe): – ligne de 2 kV de l'accès de puissance à l'accès de terre (PE); – 1 kV sur les accès de communication et de commande de données E/S (avec pince de couplage); Période d'impulsion: 300 ms; Durée d'une salve: 15 ms; Durée par polarité: 5 min Conformément au 3e niveau d'essai	Arcs générés lors de la manœuvre des contacts électriques. Effets perturbateurs au niveau de l'alimentation et du câblage externe de l'éprouvette d'essai. Critère de performance B [f].
18	Surtensions/ Transitoires	IEC 61000-4-5	L'essai s'applique aux accès de puissance en courant alternatif et en courant continu Temps de montée de l'impulsion: 1,2 µs (valeur entre 10 % et 90 %) Largeur d'une impulsion: 50 µs (valeur de 50 %) Amplitude (de pointe): 1 kV entre phase et terre 0,5 kV entre phases; Taux de répétition $\geq$1 impulsion/min Nombre d'impulsions: 5 par polarité Application: continue Conformément au 2e niveau d'essai	Perturbations générées, par exemple, en allumant ou en éteignant des appareils clients hautement inductifs. Procédure conforme à la Figure 10 de l'IEC 61000-4-5:2014 applicable aux équipements dont les lignes d'alimentation et de signaux sont identiques. Critère de performance B [f].

<table>
<tr><th>N°</th><th>Essai [a]</th><th>Procédure conforme à</th><th>Paramètres d'essai, niveau de gravité</th><th>Exigences supplémentaires</th></tr>
<tr><td rowspan="2">19</td><td rowspan="2">Rayonnements émis</td><td rowspan="2">CISPR 16-1-1
CISPR 16-2-1</td><td>Pour les équipements installés sur la zone de passerelle et de pont:
<table>
<tr><th>Plage de fréquences:
MHz</th><th>Limites:
dBμV/m</th></tr>
<tr><td>0,15 à 0,3
0,3 à 30
30 à 6 000</td><td>80 à 52
52 à 34
54</td></tr>
<tr><td>sauf pour:
156 à 65</td><td>24</td></tr>
</table></td><td rowspan="2">Procédure conforme à la norme, mais avec une distance de 3 m entre l'équipement et l'antenne.</td></tr>
<tr><td>Pour les équipements installés sur la zone de distribution générale:
<table>
<tr><th>Plage de fréquences:
MHz</th><th>Limites:
dBμV/m</th></tr>
<tr><td>0,15 à 30
30 à 100
100 à 6 000</td><td>80 à 50
60 à 54
54</td></tr>
<tr><td>sauf pour:
156 à 165</td><td>24</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td rowspan="2">20</td><td rowspan="2">Emissions conduites</td><td rowspan="2">CISPR 16-1-1
CISPR 16-2-1</td><td>Pour les équipements installés sur la zone de passerelle et de pont:
<table>
<tr><th>Plage de fréquences:</th><th>Limites:
dBμV</th></tr>
<tr><td>10 kHz à 150 kHz
150 kHz à 350 kHz
350 kHz à 30 MHz</td><td>96 à 50
60 à 50
50</td></tr>
</table></td><td></td></tr>
<tr><td>Pour les équipements installés sur la zone de distribution générale:
<table>
<tr><th>Plage de fréquences:</th><th>Limites:
dBμV</th></tr>
<tr><td>10 kHz à 150 kHz
150 kHz à 500 kHz
0,5 MHz à 30 MHz</td><td>120 à 69
79
73</td></tr>
</table></td><td></td></tr>
</table>

[a] L'essai d'inclinaison statique n'est pas exigé pour les équipements n'étant pas équipés de pièces mobiles.

[b] L'essai de résistance d'isolement doit être exécuté avant et après l'essai de chaleur humide, l'essai au froid et l'essai au brouillard salin.

[c] Pour les équipements installés dans des emplacements exposés aux intempéries ou au froid, l'essai doit être exécuté à – 25 °C.

[d] L'essai de chaleur sèche à 70 °C doit déterminer l'aptitude des équipements à supporter une chaleur élevée, par exemple pour ceux installés dans les consoles ou les carters.

[e] L'essai au brouillard salin doit être exécuté pour les équipements devant être installés dans des zones exposées aux intempéries, par exemple sur un pont ouvert.

[f] Critère de performance B: l'équipement soumis à essai (EUT) doit continuer de fonctionner comme prévu à l'issue des essais. Aucune dégradation des performances ni perte de fonction n'est admise par rapport à la spécification technique publiée par le fabricant. Au cours de l'essai, une dégradation ou une perte de fonction ou de performance pouvant se corriger par elle-même est cependant admise. En revanche, aucune modification de l'état réel de fonctionnement ou des données enregistrées n'est admise.

Les temps de reprise doivent garantir un fonctionnement continu sécurisé et tenir compte du besoin de préserver les services essentiels.

[g] Critère de performance A: l'équipement soumis à essai (EUT) doit continuer de fonctionner comme prévu pendant et après les essais. Aucune dégradation des performances ni perte de fonction n'est admise par rapport à la spécification technique publiée par le fabricant.

[h] Pour les équipements installés sur la zone de passerelle et de pont, les niveaux d'essai doivent être ramenés à 10 V efficaces pour les fréquences de spot de 2,0 MHz; 3,0 MHz; 4,0 MHz; 6,2 MHz; 8,2 MHz; 12,6 MHz; 16,5 MHz; 18,8 MHz; 22,0 MHz; 25,0 MHz conformément à l'IEC 60945.

[i] Pour les navires affectés au transport de gaz liquides et de produits chimiques, l'alimentation d'urgence doit rester opérationnelle tant que l'envahissement par l'eau du navire affiche une inclinaison transversale inférieure à 30°.

[j] Cet essai doit être exécuté pour les équipements installés dans des espaces non climatisés.

6 Conception

6.1 Conditions relatives à l'environnement et à l'alimentation

L'équipement doit être conçu de sorte à fonctionner correctement dans les conditions d'environnement et d'alimentation prévues, et dans le respect des limites spécifiées à l'Annexe B de l'IEC 60092-101:1994.

6.2 Conception du circuit

Les circuits doivent être conçus de sorte à garantir l'efficacité des essais, étalonnages, maintenances et réparations.

6.3 Effets mutuels

Les systèmes doivent être organisés de sorte que les pannes n'affectent pas les fonctions exécutées par les autres systèmes.

6.4 Subdivision électrique

Les circuits doivent être conçus de sorte qu'il n'existe aucune connexion directe au système d'alimentation principale du navire. Par exemple, des transformateurs de sécurité doivent être utilisés sur les alimentations. Le châssis peut ne pas faire partie d'un circuit, sauf mise à la terre à des fins fonctionnelles.

Il est recommandé de subdiviser les systèmes étendus, et d'assurer la séparation électrique ou la protection individuelle des alimentations des sections.

Les circuits de commande doivent être séparés des circuits de signaux et d'indication de sorte que les pannes qui surviennent sur les circuits d'indication n'affectent pas le fonctionnement de l'équipement ou de l'appareil, et inversement.

6.5 Niveau du signal

Les niveaux des signaux doivent être suffisamment élevés pour pallier la corrosion par contact et les bruits.

Les transducteurs et les amplificateurs doivent être, dans la mesure du possible, rapprochés au maximum.

Une attention toute particulière doit être accordée à la mise à la terre (mise à la masse) des systèmes d'écrans et de signaux de référence.

Afin d'éviter toute perturbation des câbles de commande et d'instrumentation, des caractéristiques d'installation adaptées doivent être fournies, telles que:

– paires sous écran et/ou torsadées;
– utilisation d'amplificateurs avec entrées symétriques;
– séparation entre les câbles de signaux et les autres câbles.

6.6 Alimentation

6.6.1 Alimentations autonomes

Lorsque cela est exigé, par exemple sur demande de l'administration, les alimentations redondantes doivent être autonomes et le système alimenté de manière sélective.

6.6.2 Capacité

Les sources de secours doivent offrir une capacité suffisante pour garantir le fonctionnement normal du système jusqu'à ce que les conditions de sécurité soient atteintes.

6.6.3 Protection

Chaque circuit doit être individuellement protégé contre les courts-circuits et les surcharges.

7 Construction et matériaux

7.1 Modifications

Le cas échéant, l'équipement doit être conçu de sorte à permettre un réglage simple. Les points définis doivent être clairement identifiables et des solutions adaptées doivent être proposées en termes de protection contre les modifications liées, par exemple, aux effets environnementaux.

7.2 Accès

Un accès simplifié aux composants remplaçables doit être assuré à des fins de réparation et de maintenance.

Dans la mesure du possible, l'équipement ne doit pas être exposé à des tensions, à des températures ou à tout autre facteur pouvant représenter une condition de fonctionnement non sécurisée.

7.3 Remplacement

Chaque ensemble remplaçable doit être facile à changer et doit offrir une construction garantissant une manipulation simple et sécurisée.

7.4 Absence d'interchangeabilité

De préférence, les composants remplaçables doivent être conçus de sorte que les branchements incorrects et l'utilisation de pièces incorrectes ne puissent pas se produire. Lorsque cela est impossible, les composants remplaçables ainsi que les dispositifs de connexion correspondants doivent être clairement identifiés.

7.5 Refroidissement

De préférence, l'appareil ne doit pas dépendre d'un support de refroidissement forcé.

Le cas échéant, une attention particulière doit être accordée à prévenir l'accumulation de dépôts sur les surfaces de refroidissement.

Lorsqu'un refroidissement forcé est exigé, il doit être étudié au cours d'une évaluation des exigences du système en termes de redondance. Une alerte doit être installée en cas de défaillance du système de refroidissement.

Pour les autres services, des solutions adaptées doivent être fournies afin de prévenir toute détérioration de l'équipement liée à une augmentation de la température.

Des mesures doivent être prises pour les armoires à aération forcée des locaux de machines afin de prévenir tout défaut d'isolation lié à des dépôts polluants.

7.6 Charge mécanique des connecteurs

Lorsque des fiches et des prises sont utilisées, les contacts ne doivent véhiculer aucune charge mécanique autre que celle exigée pour assurer une pression de contact satisfaisante, et ce même pendant le retrait ou le remplacement d'une unité.

Les groupements de prises, les cartes de circuits imprimés et les connecteurs multipoints doivent être équipés d'un système de maintien visant à prévenir toute éjection liée aux charges mécaniques (chocs ou vibrations, par exemple).

7.7 Caractéristiques mécaniques des armoires

Les armoires doivent offrir une construction mécanique stable. Les boulons et écrous doivent être correctement serrés.

EXEMPLE Utilisation d'écrous autobloquants, de rondelles freins ou d'adhésifs adaptés.

7.8 Amortisseurs de chocs et de vibrations

Lorsqu'un support antichoc ou antivibratoire est utilisé, une distance adéquate doit être respectée afin de permettre une totale liberté de mouvement. Les systèmes équipés en série de supports antichocs ou antivibratoires doivent être évités. Les fils de connexion doivent être disposés de sorte à ne pas perturber le système antichoc ou antivibratoire.

7.9 Conducteurs internes

Les câbles et les conducteurs isolés utilisés pour le câblage interne doivent au minimum être ignifuges. Lorsque le câblage est adjacent à un équipement contenant de l'huile hydraulique ou toute autre huile, l'isolement doit offrir une résistance adaptée ou une protection adéquate.

Le frottement des câbles et des fils isolés lié à la vibration des surfaces et des rebords doit être évité.

7.10 Connexions de câble

Les plaques à bornes des équipements de commande (transducteurs compris) doivent être conçues de sorte à offrir un espace suffisant pour permettre une connexion correcte des câbles avec, de préférence, un conducteur pour chaque borne. Les bornes doivent être clairement identifiées et des dispositions doivent être prévues afin de permettre la connexion des écrans de câbles.

8 Installation et ergonomie

8.1 Généralités

8.1.1 Disposition

Les postes de commande doivent être organisés de manière ergonomique pour assurer le confort de l'opérateur, et donc l'exactitude et la sécurité de fonctionnement.

L'identification des zones ou des groupes doit être envisagée, en particulier dans les dispositions complexes, par exemple pour indiquer l'espacement correct entre les groupes d'affichage et de commande.

Les équipements de la zone de passerelle et de pont doivent satisfaire aux exigences de la norme IEC 60945 en matière d'équipements de navigation et de communication.

8.1.2 Compatibilité

La disposition des appareils indicateurs et des commandes doit suivre une séquence logique.

Dans la mesure du possible, les mouvements opérationnels et les mouvements induits par les appareils indicateurs doivent être cohérents.

8.1.3 Etiquetage

Tous les panneaux de commande opérateur, sous-tableaux, appareils indicateurs, poignées de commande, signaux lumineux, appareils enregistreurs, etc., doivent être clairement et systématiquement identifiés au moyen d'étiquettes explicites et non ambiguës.

8.1.4 Etiquettes

Les étiquettes doivent être fixées de manière permanente et placées systématiquement dans une position adaptée aux commandes et à l'instrumentation. Elles doivent être composées de matériaux durables, et porter des caractères clairs et indélébiles.

8.1.5 Couleurs d'affichage

Les couleurs permettant de différencier les conditions de fonctionnement doivent être bien distinctes et facilement identifiables.

NOTE Il est fait référence à la Résolution OMI A.1021(26).

8.1.6 Eclairage

Les instruments et commandes doivent être éclairés de sorte à pouvoir être lus et utilisés dans toutes les conditions lumineuses ambiantes prévues pour leur utilisation sans présenter d'ombre ou de lumière inconfortables. Lorsqu'un éclairage environnant rend la détection d'un indicateur lumineux difficile, un système d'ombrage adapté doit être fourni. Lorsqu'un équipement est installé sur la zone de passerelle et de pont, une solution doit être proposée afin d'éliminer les perturbations de navigation liées à l'émission d'une source lumineuse quelconque. Les équipements installés en extérieur (passerelles, par exemple) doivent être correctement éclairés afin de permettre leur utilisation de jour comme de nuit.

8.1.7 Protection contre les fuites de fluides

Dans la mesure du possible, les équipements couverts par la présente norme ne doivent pas être installés sur le même panneau ou dans la même armoire que les équipements hydrauliques ou les canalisations transportant de l'eau, du pétrole ou de la vapeur, sauf si des moyens efficaces ont été prévus pour protéger les équipements électriques en cas de fuite.

Les pipelines transportant des fluides hydrauliques, de l'eau, des hydrocarbures ou de la vapeur doivent être évités à proximité des panneaux de commande. Ils doivent être conformes aux exigences de l'IEC 60092-201:1994, Tableau 5.

8.1.8 Protection contre la condensation

Autant que faire se peut, des dispositions doivent être prises pour empêcher la formation de condensation dans les enveloppes.

8.1.9 Câbles et câblage extérieurs

Les câbles et câblages extérieurs doivent être conformes aux normes correspondantes de la série IEC 60092.

NOTE Voir la norme IEC 60092-376.

8.2 Capteurs

8.2.1 Emplacement des capteurs

Tous les capteurs doivent être situés de telle sorte que le résultat qu'ils délivrent constitue une mesure réaliste du paramètre étudié. Les capteurs doivent être installés à des emplacements pour lesquels le risque de détérioration en cours de fonctionnement, de révision et de maintenance ordinaires est minime.

8.2.2 Sondes thermiques

Les sondes thermiques doivent être installées dans des poches fabriquées dans un matériau adéquat. Les connexions doivent être disposées de manière à permettre leur retrait à des fins d'essai.

8.2.3 Capteurs de pression

Les capteurs de pression exposés à des chocs et à des vibrations importantes lors de leur fonctionnement doivent être protégés par des compartiments d'amortissement.

8.2.4 Détecteurs de niveau d'eau à bord des vraquiers

La Règle 12 du Chapitre XII de la SOLAS doit s'appliquer. Il convient que le détecteur de niveau d'eau puisse s'activer selon une exactitude de ±100 mm. Il convient que les alertes sonores et visuelles soient conformes à la Résolution OMI A.1021(26), laquelle s'applique aux alarmes d'urgence de protection ou de sécurité du navire.

8.2.5 Enveloppe

L'enveloppe et la boîte à bornes des capteurs doivent être correctement protégées en fonction du lieu d'installation prévu et du type de câbles installés.

8.2.6 Essai et étalonnage

Des appareils doivent être prévus pour l'essai et l'étalonnage des capteurs qui ne peuvent pas être soumis à essai dans les conditions de fonctionnement normal.

8.2.7 Présentation d'informations

Les informations doivent être présentées de manière claire, cohérente et non ambiguë.

8.3 Commandes

8.3.1 Commandes à distance

8.3.1.1 Informations continues

Sur le poste de commande à distance, les utilisateurs doivent recevoir des informations continues sur les effets de leurs requêtes.

8.3.1.2 Commandes autonomes

Lorsqu'une commande peut être gérée depuis plusieurs emplacements, la défaillance de l'équipement de commande d'un premier emplacement ne doit pas affecter la capacité de l'équipement situé à un autre emplacement.

8.3.1.3 Commandes exclusives

Lorsqu'un processus peut être commandé depuis plusieurs emplacements, seul un emplacement doit être utilisé pour commander ledit processus.

8.3.1.4 Transfert de commandes

Cette exigence s'applique uniquement aux emplacements de commande offrant un niveau de priorité identique.

La commande réelle ne doit pas être transférée avant d'avoir reçu un accusé de réception de l'emplacement de commande destinataire, sauf lorsque les emplacements de commande sont suffisamment rapprochés pour permettre un contact visuel et sonore. Un transfert de commande doit être signalé.

8.3.1.5 Emplacement de commande principal

Lorsque la désignation d'un emplacement de commande principal est exigée pour des motifs opérationnels ou de sécurité (ou imposée par l'administration), ledit emplacement doit permettre une prise de commande sans accusé de réception.

8.3.1.6 Sécurité

La modification majeure des paramètres de processus doit être empêchée au cours du transfert de commandes d'un emplacement à un autre.

8.3.1.7 Indication du statut

Pour chaque emplacement de commande alternatif, les cas où ledit emplacement est utilisé doivent être précisés.

8.3.1.8 Verrouillage

Les éléments du système de commande doivent intégrer des verrouillages de sécurité lorsque les conséquences d'une action inadaptée de l'utilisateur peuvent entraîner une détérioration, voire un arrêt, des services essentiels.

8.3.2 Interface homme-machine

L'interface homme-machine doit être conçue conformément à la norme IEC 60447.

8.4 Systèmes d'alerte

Les indications et signaux visuels et sonores des systèmes d'alerte (anciennement les "systèmes d'alarme pour machines") doivent être conformes aux exigences correspondantes de la Résolution OMI A.1021(26).

Des alarmes d'urgence doivent être affectées à la catégorie A conformément à la Résolution OMI MSC.302(87).

D'autres alarmes spécifiées dans la Résolution OMI A.1021(26) doivent être affectées à la catégorie B conformément à la Résolution OMI MSC.302(87).

9 Installations particulières

9.1 Systèmes de protection contre l'incendie

La disposition et l'installation des systèmes de détection et d'alarme incendie doivent être conformes au Chapitre II-2 de la SOLAS et à la Résolution OMI MSC.98(73), Adoption du recueil international des règles applicables aux systèmes de protection contre l'incendie (recueil FSS).

Les équipements et systèmes de protection contre l'incendie doivent être correctement conçus et soumis à essai, conformément aux normes d'approbation telles qu'énoncées dans la partie applicable de la série EN 54 et aux exigences d'essai pour environnements maritimes de la présente norme (voir le Tableau 1).

L'intégration de systèmes de protection contre l'incendie à un système de surveillance et de commande est admise sous réserve d'approbation de l'administration (voir la Règle 17 de la Partie F du Chapitre II-2 de la SOLAS).

Les indications et signaux visuels et sonores doivent être conformes aux exigences correspondantes de la Résolution OMI A.1021(26).

9.2 Systèmes de cale

Concernant les dispositifs d'assèchement des cales, la Règle 21 de la Partie B du Chapitre II-1 de la SOLAS s'applique.

Pour les zones de cale, la disposition de surveillance doit indiquer le compartiment dans lequel la panne survient.

Lorsque les pompes de cale peuvent démarrer automatiquement, des solutions doivent être proposées afin d'indiquer le moment où le flux entrant de liquide est supérieur à la capacité de la pompe ou le moment où la pompe fonctionne plus fréquemment qu'à la normale.

Lorsque des pompes de cale à commande automatique sont utilisées, une attention particulière doit être accordée aux exigences de prévention de la pollution par hydrocarbures.

9.3 Systèmes d'alerte pour machines

9.3.1 Généralités

Un système d'alerte pour machine doit être associé aux objectifs suivants:

– attirer l'attention du personnel en cas de condition anormale relative aux machines se trouvant à bord du navire;
– favoriser l'identification et la localisation de la condition anormale;
– permettre la prise d'actions efficaces, correctives et préventives;
– accuser réception de l'alerte et signaler le retour en conditions normales.

9.3.2 Exigences d'alerte

9.3.2.1 Panneaux avec répétiteur

Lorsque des panneaux avec répétiteur sont exigés, ceux-ci doivent permettre d'envoyer des signaux visuels et sonores. Ces signaux peuvent être communs à une partie ou à la totalité des alertes connectées au système d'alerte pour machines. Une alerte en cours ne doit pas empêcher l'activation d'une alerte ultérieure en raison de son accusé de réception.

9.3.2.2 Allocation

Lorsque des panneaux de commande locaux avec alerte groupée rattachée au système de commande centralisée sont utilisés, il est acceptable que seule l'alerte groupée apparaisse dans le système de commande centralisée.

9.3.2.3 Accusé de réception

En général, la Résolution OMI MSC.302(87) s'applique.

Les alarmes et avertissements doivent être indiqués jusqu'à la correction de la condition anormale et la génération de l'accusé de réception desdits avertissements ou alarmes.

L'accusé de réception de l'alarme ou de l'avertissement doit être indiqué par une modification du signal visuel, par exemple en passant d'une lumière clignotante à une lumière fixe.

L'accusé de réception ne doit pouvoir être généré qu'à partir du local de machines concerné ou du poste de commande centralisée associé à ce local.

La coupure de l'alarme sonore ou de l'avertissement d'un panneau avec répétiteur ne doit pas entraîner automatiquement l'accusé de réception de l'alarme ou de l'avertissement au niveau du poste de commande.

L'accusé de réception ne doit pas réinitialiser la condition anormale qui a entraîné l'alarme ou l'avertissement.

9.3.2.4 Inhibition

L'inhibition d'un canal d'alerte doit être clairement indiquée. Une liste des canaux manuellement inhibés doit être disponible dans le système.

9.3.3 Affichage des informations

9.3.3.1 Groupement

Les indications des alertes visuelles appartenant au même groupe de priorités doivent afficher le même code couleur et être organisées en groupes logiques.

9.3.3.2 Lisibilité

Le texte, la légende et le symbole de l'alerte doivent être clairement visibles sur le poste de commande.

9.3.3.3 Alerte sonore commune

Lorsque le signal d'alerte sonore est également utilisé à d'autres fins (télégraphiques ou téléphoniques, par exemple), il doit être accompagné d'un ou plusieurs panneaux d'appel lumineux précisant le système concerné, lesquels doivent être conformes aux exigences correspondantes de la Résolution OMI A.1021(26).

9.3.3.4 Différenciation des alertes

Une alerte en cours ne doit pas empêcher l'activation d'une alerte ultérieure en raison de son accusé de réception.

9.3.3.5 Indication des alertes

Elle est conforme à la Résolution OMI MSC.302(87).

9.3.3.6 Enregistrement des alertes

Les alertes doivent être enregistrées dans l'ordre chronologique et horodatées. Le statut d'activation, d'accusé de réception et de clôture d'une alerte doit être clairement enregistré.

9.3.4 Dispositions d'alimentation

9.3.4.1 Alimentation

Le système d'alerte pour machines doit être alimenté en continu. Une alimentation de secours avec commutateur automatique doit être fournie et garantir une capacité minimale de 30 min.

9.3.4.2 Alerte de défaillance de l'alimentation

Des alertes visuelles et sonores doivent s'activer en cas de défaillance de l'alimentation du système d'alerte pour machines.

9.3.5 Conception

9.3.5.1 Equipement de surveillance

Les systèmes d'alerte pour machines peuvent être combinés à des équipements de surveillance tels que des appareils avec relevés analogiques des variables mesurées ou avec des enregistreurs de données.

9.3.5.2 Synchronisation

Le cas échéant, les canaux d'alerte doivent offrir une synchronisation adaptée.

Les phénomènes transitoires (ondes de pression de systèmes protégés, rebond des contacts de capteurs ou perturbations électromagnétiques induites par d'autres systèmes, par exemple) ne doivent pas entraîner l'activation du système d'alerte. Toutes les alertes doivent offrir une synchronisation rattachée à la fréquence des mouvements du navire.

9.3.5.3 Circuits

Il convient que les signaux d'alarme soient basés sur des boucles normalement fermées qui déclenchent l'alarme en cas de défaillance des signaux.

Il convient que les circuits d'arrêt des machines essentielles soient basés sur des circuits normalement ouverts avec surveillance en boucle.

9.3.5.4 Défaut à la terre

Les défauts à la terre des circuits des capteurs d'alarme doivent entraîner l'activation de l'alarme, être signalés de manière alternative ou ne pas empêcher l'indication des alarmes.

9.3.5.5 Autonomie des pannes mutuelles

Dans la mesure du possible, toute panne de l'un des canaux d'alerte, notamment au niveau des circuits externes entrants et sortants, ne doit pas affecter le fonctionnement normal des autres canaux.

9.3.5.6 Autonomie des alertes

Une panne de l'indication visuelle de l'alerte ne doit pas affecter le fonctionnement de l'indication sonore et inversement.

9.3.5.7 Intégrité des systèmes

Dans la mesure du possible, des installations d'essai dédiées à la vérification du fonctionnement des circuits électriques (dispositifs sonores et visuels compris) doivent être fournies.

9.4 Systèmes de gestion de l’alimentation

9.4.1 Généralités

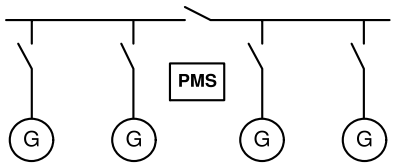
Les exigences de 9.4 doivent s’appliquer lorsqu'un système de gestion de l’alimentation est spécifié pour la commande automatique de la production et de la distribution de l'énergie électrique.

Les systèmes de gestion de l'alimentation peuvent être répartis en trois conceptions différentes (voir la Figure 1):

a) un système commun à l'ensemble des fonctions de commande;

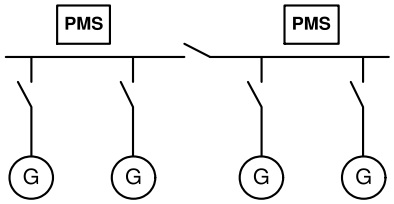
b) un système autonome par tronçon de jeu de barres;

c) un système autonome par unité d'alimentation principale.



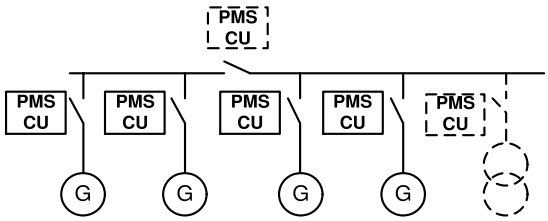
IEC

a) Un système commun à l'ensemble des fonctions de commande



IEC

b) Un système autonome par tronçon de jeu de barres



IEC

c) Un système autonome par unité d'alimentation principale

Légende

PMS Système de gestion de l'alimentation

G Génératrice

CU Unité de commande

Figure 1 – Systèmes types de gestion de l'alimentation

Un système de commande manuelle autonome doit être fourni indépendamment de la conception retenue. Les systèmes de commande automatique pour alimentation électrique peuvent en général inclure (voir la Figure 1 a), b) et c)):

– le démarrage et l'arrêt d'un ensemble de génératrices en fonction de la charge;
– la répartition de la charge et la commande de la fréquence;
– la requête de charges intensives et la réserve de puissance pour les appareils clients de grande taille;
– la commande des équipements en vue d'améliorer le rendement global.

Les conceptions proposées en Figure 1 b) et c) peuvent intégrer les fonctions complémentaires suivantes:

- la commande des appareils clients non essentiels;
- la mise en parallèle des ensembles de génératrices et des tronçons de jeux de barres;
- la commande des génératrices avec arbres (PTI/ PTO);
- la reprise après mise hors service.

Les conceptions décrites en 9.4.1 c) at à la Figure 1 c) peuvent intégrer les fonctions complémentaires suivantes:

1) la protection du système de rotation principal et des génératrices;
2) la synchronisation.

9.4.2 Démarrage et arrêt automatiques de l'équipement d'alimentation principal

9.4.2.1 Exécution des commandes de démarrage et d'arrêt

Les commandes de démarrage et d'arrêt automatiques de l'équipement d'alimentation principal peuvent être exécutées dans les cas suivants:

– sous-tension;
– sous-fréquence;
– arrêt prévu d'un ensemble exécuté (extinction reportée);
– surcharge, surintensité;
– démarrage en fonction de la charge;
– arrêt en fonction de la charge;
– défaillance des ensembles exécutés.

9.4.2.2 Report des signaux

Afin d'éviter tout démarrage accidentel, les signaux causés par des conditions transitoires acceptables (courant de démarrage élevé des moteurs, par exemple) ne doivent pas provoquer le démarrage automatique d'un ensemble.

9.4.2.3 Déconnexion liée à une diminution de la charge

Sur les systèmes équipés d'un système de déconnexion automatique des génératrices en cas de diminution de la charge, la déconnexion doit être effectuée avec un délai approprié.

9.4.2.4 Séquence de préchauffage et de refroidissement

Lorsque la situation l'impose ou le recommande, une séquence de préchauffage et de refroidissement peut être programmée.

9.4.2.5 Conditions de prédémarrage

Des solutions doivent être apportées afin de garantir à tout moment des conditions de démarrage et d'exécution adaptées en termes d'air, de carburant ou encore d'eau de refroidissement.

9.4.2.6 Indication de secours

Un système d'indication de secours doit être disponible sur le panneau de commande. Une alarme doit s'activer lorsqu'aucun mode de secours n'est disponible.

9.4.2.7 Indications de démarrage et limitations

L'exécution d'un mode doit être indiquée.

Le nombre et la durée des tentatives de démarrage automatique doivent être limités.

L'échec du démarrage d'un mode doit générer une alarme visuelle et sonore. Un système avec séquences doit être fourni afin, en cas d'échec du démarrage, de transférer automatiquement la commande de démarrage au mode suivant.

9.4.3 Requête de charges intensives et calcul de la réserve de puissance

Le système de gestion de l'alimentation doit calculer, sur requête, si la réserve de puissance est suffisante pour démarrer un appareil client intensif. Lorsque la réserve de puissance n'est pas suffisante, l'appareil client intensif est bloqué jusqu'à ce qu'un ensemble de génératrices supplémentaire soit connecté. Lorsque l'appareil intensif est opérationnel, le système de gestion de l'alimentation calcule et maintient la réserve de puissance nécessaire.

9.4.4 Reprise après mise hors service

9.4.4.1 Connexion en cas de mise hors service

Lorsqu'un disjoncteur pour génératrice se ferme sur un jeu de barres, il doit être garanti que la tension de la génératrice est suffisamment élevée. Afin que la charge initiale ne dépasse pas la capacité de la génératrice, une attention particulière doit être accordée à la limitation et/ou au séquencement de la reconnexion des charges.

9.4.4.2 Fermeture non simultanée

La fermeture automatique et simultanée de plusieurs disjoncteurs pour génératrices doit être empêchée.

9.4.4.3 Court-circuit

A l'issue d'un court-circuit, les disjoncteurs pour génératrices de secours ainsi que les disjoncteurs de couplage ne doivent pas pouvoir se fermer sur un tronçon de jeu de barres en panne. Les disjoncteurs pour génératrices ne doivent pas pouvoir tenter plus d'une fermeture en cas de court-circuit. La réinitialisation d'un dispositif de protection activé en cas de court-circuit peut uniquement se produire manuellement et en local.

9.4.4.4 Déconnexion d'un ensemble exécuté

Si un ensemble a été exécuté, en raison d'une sous-tension ou d'une sous-fréquence n'activant pas directement une génératrice d'exécution, une attention particulière doit être accordée à la déconnexion de l'ensemble de génératrices en panne le plus tôt possible, l'ensemble de secours se tenant prêt à prendre la relève (commutation via mise hors service).

9.4.5 Répartition de la charge et commande de la fréquence

Lorsqu'une fonction automatique de répartition de la charge et de commande de la fréquence est fournie, une panne au niveau du système chargé de son exécution ne doit pas entraîner la coupure de la source d'alimentation principale.

9.4.6 Extinction du moteur diesel

9.4.6.1 Extinction

Lorsque le système de sécurité du moteur diesel provoque une extinction, l'ensemble doit être automatiquement déconnecté.

9.4.6.2 Préalarme

Les préalarmes ou extinctions reportées doivent permettre une action automatique ou manuelle avant que l'extinction ne survienne.

9.4.6.3 Prévention des redémarrages

Un ensemble de génératrices ne doit pas pouvoir être démarré lorsqu'un signal d'extinction ou d'arrêt est actif.

9.4.7 Déconnexion automatique des appareils clients non essentiels

Afin de conserver l'alimentation électrique pour les services essentiels, l'adoption d'un système permettant de déconnecter automatiquement les appareils clients non essentiels doit être envisagée pour les cas suivants:

– la charge totale dépasse la capacité assignée de la génératrice;
– il existe une sous-fréquence ou une sous-tension;
– l'une des génératrices exécutées en parallèle est défaillante si la charge totale dépasse la capacité combinée d'une ou des génératrices restantes. Dans ce cas, la déconnexion ne doit pas être reportée.

9.4.8 Exigences de conception des systèmes de gestion de l'alimentation (PMS[1])

9.4.8.1 Généralités

Le PMS doit fonctionner de manière autonome. Le PMS doit offrir différents niveaux de commande: commande entièrement automatique, commande à distance et commande locale. La commande locale du PMS via le tableau de distribution s'applique uniquement à la Figure 1 b) et c).

Pour la commande à distance du PMS via le système d'automatisation, une interface peut être fournie. La commande locale du PMS doit avoir la priorité sur la commande à distance et la commande automatique du PMS.

Toute défaillance du PMS doit déclencher une alerte.

Un dysfonctionnement du PMS peut ne pas entraîner la coupure de la source d'alimentation principale.

La commande manuelle via les tableaux de distribution peut ne pas être perturbée par le système d'automatisation et/ou le PMS.

9.4.8.2 Système commun à l'ensemble des fonctions de commande (Figure 1 a))

Le PMS doit être alimenté par un système d'alimentation sans interruption (ASI) fourni rattaché aux sources d'alimentation principale et d'urgence.

9.4.8.3 Système autonome par tronçon de jeu de barres (Figure 1 b))

Chaque PMS doit être alimenté par un système d'ASI autonome rattaché aux sources d'alimentation principale et d'urgence. Lorsque l'un des PMS échoue, le PMS restant doit prendre le contrôle de l'intégralité du système.

9.4.8.4 Système autonome par unité d'alimentation principale (Figure 1 c))

Chaque PMS doit être alimenté par un système d'ASI rattaché aux sources d'alimentation principale et d'urgence. Chaque unité doit également recevoir la tension des jeux de barres et, le cas échéant, la tension des génératrices.

Lorsque le système de sécurité du moteur diesel et/ou la protection des génératrices sont intégrés au PMS (système de commande et de protection intégré), une défaillance du PMS doit activer une alarme, mais ne doit pas déclencher l'ensemble de génératrices.

---

[1] PMS = *power management system*.

Chaque ensemble de génératrices doit être équipé de dispositifs de fonctionnement, d'indication et de protection permettant de faire fonctionner l'ensemble de génératrices en mode manuel lorsque le système de commande et de protection intégré échoue.

Le fonctionnement manuel du système de rotation principal implique que les fonctions suivantes restent disponibles:

a) démarrage/arrêt du moteur;

b) protection contre la survitesse, dans la mesure où cela est exigé;

c) surveillance de la lubrification, dans la mesure où cela est exigé;

d) équipements et instrumentation de commande exigés;

e) commande de la vitesse/charge du moteur.

Le fonctionnement manuel de la génératrice et de l'appareillage implique:

1) une protection contre les courts-circuits;

2) la commande, l'indication de l'instrumentation au niveau du tableau des génératrices.

9.5 Installations de démarrage automatique pour systèmes auxiliaires à motorisation électrique

9.5.1 Généralités

Le paragraphe 9.5 renvoie aux installations automatiques pour systèmes auxiliaires à motorisation électrique telles que les pompes de lubrification ou les pompes de refroidissement par eau.

Les équipements utilisés sur les installations de démarrage automatique pour systèmes auxiliaires à motorisation électrique doivent, le cas échéant, satisfaire aux exigences de l'IEC 60092-202 et l'IEC 60092-302.

9.5.2 Démarrage automatique par séquences

9.5.2.1 Prévention des surcharges

Le système de commande utilisé pour le redémarrage automatique des moteurs électriques doit, le cas échéant, être équipé d'un système de démarrage automatique par séquences visant à prévenir les surcharges au niveau de l'équipement de génération au moment de la restauration de l'alimentation, au cours de la procédure correspondante et après toute mise hors tension.

9.5.2.2 Report de démarrage

Le système de démarrage par séquences doit garantir un report de démarrage le plus court possible pour les systèmes auxiliaires indispensables à la propulsion du navire.

9.5.3 Installations de démarrage pour systèmes auxiliaires de secours

9.5.3.1 Commandes de démarrage

La commande de démarrage d'un système de secours doit être initiée par une valeur de processus mesurée au niveau du support commandé. En cas de défaillance électrique de l'entraînement auxiliaire en fonctionnement, l'entraînement auxiliaire doit être aussitôt démarré.

Ainsi, la commande de démarrage du moteur d'une pompe de lubrification de secours doit être initiée d'après la pression de l'huile de lubrification, et non uniquement d'après le système de commande du moteur de la pompe de lubrification utilisée.

9.5.3.2 Indication de secours

La sélection du mode de secours pour un système auxiliaire à motorisation électrique ainsi que l'information "démarreur du moteur prêt pour un fonctionnement à distance" doivent apparaître au niveau du poste de commande centralisée sous la forme d'une indication de secours. Lorsque la disponibilité de la fonction de secours est perdue au cours du fonctionnement, une alerte de secours doit se déclencher.

9.5.3.3 Indication de démarrage

Le démarrage automatique d'un système auxiliaire de secours doit entraîner une alerte.

9.5.4 Tensions de commande

Le système de commutation automatique doit être alimenté par un système d'ASI rattaché aux sources d'alimentation principale et d'urgence ou directement par les démarreurs dédiés du moteur.

9.5.5 Commande manuelle

La défaillance du système de commande d'un moteur ne doit pas empêcher la commande manuelle des autres moteurs. En cas de défaillance du système de commutation automatique, la commande manuelle des deux moteurs doit être disponible.

9.5.6 Systèmes auxiliaires à entraînement mécanique à faible vitesse

Lorsque l'équipement auxiliaire est entraîné mécaniquement par le système de propulsion, les unités de secours doivent être équipées d'un démarreur automatique pour l'exécution des manœuvres à faible vitesse, lorsque le régime des systèmes auxiliaires à entraînement mécanique se révèle inadapté.

9.5.7 Systèmes auxiliaires à entraînement mécanique

Aucune alerte ne doit s'activer pour les installations équipées de pompes à connexion mécanique lorsque les pompes électriques autonomes démarrent au cours d'un fonctionnement normal.

9.5.8 Capteurs

Les capteurs des circuits de secours doivent être autonomes par rapport aux autres systèmes, notamment ceux associés aux alertes de processus correspondantes.

9.6 Installations de commande des machines

9.6.1 Généralités

Le paragraphe 9.6 renvoie aux commandes des machines essentielles à la propulsion et à la sécurité du navire.

Les appareils à gouverner électriques et électrohydrauliques sont régis par la Règle 30 de la Partie C du Chapitre II-1 de la SOLAS.

Les commandes des machines sont régies par la Règle 31 de la Partie C du Chapitre II-1 de la SOLAS.

Les exigences relatives à l'installation industrielle de propulsion électrique sont fournies dans la norme IEC 60092-501.

9.6.2 Exigences générales

Les machines principales et auxiliaires essentielles à la propulsion, à la commande et à la sécurité du navire doivent être autonomes ou conçues de sorte que la défaillance d'un système ne doive pas dégrader les performances d'un autre système.

9.6.3 Transfert de commandes

Les machines et les équipements associés doivent pouvoir être commandés uniquement depuis un seul poste de commande à la fois. La commutation d'un poste de commande à un autre doit être prévue de sorte à pouvoir survenir uniquement sur acceptation du poste en charge de la commande. Le système doit intégrer des verrouillages et des solutions adaptées permettant d'assurer un transfert efficace des commandes (voir également 9.6.5.1).

NOTE Lorsque les postes de commande sont suffisamment rapprochés pour permettre un contact visuel et sonore, l'administration peut annuler cette exigence.

9.6.4 Commande à distance des machines de propulsion depuis la passerelle

9.6.4.1 Application

Lorsque la commande à distance des machines de propulsion depuis la passerelle de navigation est possible, les caractéristiques ci-après doivent être intégrées.

9.6.4.2 Commande des paramètres

La vitesse, le sens de poussée et, le cas échéant, le pas de l'hélice doivent être entièrement contrôlables depuis la passerelle, quelles que soient les conditions de navigation, manœuvres comprises.

9.6.4.3 Dispositifs de commande

Les commandes doivent être exécutées par un unique dispositif de commande pour chaque hélice autonome et offrir des performances automatisées pour l'ensemble des services correspondants, y compris, le cas échéant, les solutions de prévention des surcharges au niveau des machines de propulsion.

Lorsque plusieurs hélices sont conçues de sorte à fonctionner simultanément, elles peuvent également être contrôlées par un unique dispositif de commande.

9.6.4.4 Arrêt d'urgence

Les machines de propulsion principales doivent être équipées d'un dispositif d'arrêt d'urgence au niveau de la passerelle de navigation, lequel doit être autonome par rapport au système de commande de ladite passerelle.

Lorsque le ou les systèmes de rotation principaux de propulsion alimentent également l'installation électrique, il peut suffire de couper l'alimentation des hélices via un embrayage, par exemple.

9.6.4.5 Indication des commandes

Les commandes des machines de propulsion depuis la passerelle de navigation doivent apparaître dans la salle de commande des machines principales, le cas échéant, et sur la plateforme de manœuvre.

Le ou les postes de commande locale des machines de propulsion peuvent être considérés comme équivalant à la plateforme de manœuvre.

9.6.4.6 Transfert de commandes

Les machines de propulsion doivent pouvoir être commandées à distance uniquement depuis un seul poste de commande à la fois; les postes de commande interconnectés sont admis.

Les commandes entre la passerelle de navigation et les locaux de machines doivent pouvoir être transférées uniquement depuis les locaux de machines principaux ou depuis la salle de commande des machines principales.

Le transfert de commande d'un poste de commande à un autre ne doit pas considérablement altérer les paramètres commandés (vitesse, sens de poussée ou pas).

Le transfert de commande ne doit pas être initié sans acceptation du poste chargé de prendre les commandes.

9.6.4.7 Commande locale

Les machines de propulsion et les machines indispensables à la propulsion et à la sécurité du navire doivent pouvoir être commandées en local, même en cas de défaillance de l'un des composants du système de commande à distance.

Les machines auxiliaires essentielles à la propulsion et à la sécurité du navire doivent également pouvoir être commandées au niveau ou à proximité des machines concernées.

9.6.4.8 Alarmes de défaillance

La défaillance d'un système de commande à distance doit déclencher une alarme visuelle et sonore. Sauf en cas d'impossibilité, les valeurs prédéfinies de la vitesse, du sens de poussée et, le cas échéant, du pas de l'hélice doivent être conservées jusqu'à ce que la commande locale soit utilisée.

9.6.4.9 Blocage du démarrage

Si le système de commande à distance des machines de propulsion est conçu pour offrir un démarrage automatique, le nombre de tentatives automatiques consécutives doit être limité. Le blocage du démarrage d'après un seuil prédéfini de pression d'air de démarrage doit être fourni afin de garantir une pression d'air de démarrage suffisante pour le démarrage depuis la salle de commande du moteur ou en local.

9.6.5 Indicateurs de commande à distance des machines

9.6.5.1 Indication de l'emplacement de commande

Chaque emplacement opérationnel doit être équipé d'un indicateur indiquant quel poste est utilisé pour commander les machines.

9.6.5.2 Indication d'exécution

En cas de fonctionnement à distance, une indication d'exécution (ou une disposition équivalente) doit être fournie au niveau de chaque emplacement opérationnel.

9.6.5.3 Indication des paramètres

Les indications doivent apparaître au niveau de la passerelle de navigation, de la salle de commande des machines principales et de la plateforme de manœuvre pour:

– la vitesse et le sens de rotation de l'hélice en cas d'hélice à pas fixe;
– la vitesse et la position du pas de l'hélice en cas d'hélice à pas variable;
– le sens des propulseurs azimutaux.

9.6.6 Outrepassement manuel

En général, les systèmes de démarrage, de fonctionnement et de commande automatiques doivent intégrer des systèmes d'outrepassement manuel des commandes automatiques. La défaillance de l'un des composants de ces systèmes ne doit pas empêcher l'utilisation du système de d'outrepassement manuel.

9.7 Système de sécurité et de protection des machines

9.7.1 Généralités

Le paragraphe 9.7 renvoie aux équipements exigés pour initier une action adaptée lorsque les limites prédéfinies pour des paramètres des machines en fonctionnement sont dépassées. La protection électrique est régie par la norme IEC 60092-202.

L'attention est attirée sur le fait que les systèmes de sécurité informatiques dédiés à la protection des machines peuvent exiger des éléments complémentaires (voir l'Article 10).

9.7.2 Exigences générales

9.7.2.1 Principes de fonctionnement

Les systèmes de protection et de sécurité doivent garantir que tout dysfonctionnement d'une machine représentant un danger immédiat doit initier une protection automatique, à savoir l'extinction ou la réduction des charges de la partie de l'installation industrielle concernée; il doit également déclencher une alarme visuelle et sonore.

9.7.2.2 Séparation

Les systèmes de protection et de sécurité doivent être autonomes par rapport aux systèmes de commande et d'alerte en boucle ouverte comme en boucle fermée.

9.7.2.3 Système de propulsion

Les exigences relatives aux systèmes de propulsion sont fournies dans la norme IEC 60092-501.

9.7.2.4 Modes de défaillance

Dans la mesure du possible, les systèmes de sécurité et de protection doivent être conçus de sorte que toute défaillance unique du système déclenche une alarme visuelle et sonore, mais n'entraîne pas une perte totale de la puissance de propulsion.

9.7.2.5 Systèmes de d'outrepassement

Lorsque des dispositifs visant à outrepasser l'extinction des machines de propulsion principales sont installés, ceux-ci doivent être conçus de sorte à prévenir toute opération accidentelle. Une alarme visuelle et sonore doit se déclencher afin d'indiquer que le système d'outrepassement a été activé.

9.7.2.6 Alimentation de secours

Les systèmes de protection et de sécurité doivent être alimentés en continu. Une alimentation de secours dédiée au système de protection et de sécurité avec commutation automatique doit être fournie et garantir une capacité minimale de 30 min.

En fonction de l'application, une capacité supérieure peut être nécessaire afin de garantir des conditions sécurisées ou lorsque l'administration l'exige.

9.7.2.7 Alarme de défaillance de l'alimentation

Des signaux d'alarme visuelle et sonore doivent s'activer en cas de défaillance de l'alimentation du système de protection et de sécurité.

9.8 Portes d'étrave, portes arrière, portes intérieures et portes de bordé

9.8.1 Application

Ces exigences s'appliquent aux navires de passagers de roulage (ro-ro[2]).

9.8.2 Commande à distance

En cas de système de commande à distance, les exigences de 8.3 doivent s'appliquer.

9.8.3 Système d'indication

Les différents indicateurs suivants doivent équiper chaque porte:

– porte intégralement fermée;
– porte intégralement sécurisée (dispositifs de verrouillage en position fermée).

Chaque porte doit être indiquée séparément.

Ces indications doivent apparaître au niveau de la passerelle et des panneaux opérationnels.

9.8.4 Sélection de mode

Le panneau sur la passerelle doit être équipé d'une fonction de sélection de mode "port/navigation". Il doit être conçu de sorte à déclencher une alarme visuelle et sonore en mode navigation lorsque l'une des portes n'est pas intégralement fermée ou intégralement sécurisée.

Un commutateur manuel peut être acceptable pour l'administration.

9.8.5 Sécurité intrinsèque

Le système d'alarme et d'indication des portes de bordé doit être conçu d'après le principe de sécurité intrinsèque. En cas de panne du système, aucune indication indiquant qu'une portière est intégralement fermée ou intégralement sécurisée ne doit être générée lorsque ce n'est pas le cas.

Lorsqu'une partie du système peut être sujette à plusieurs défaillances, la priorité doit être accordée à la panne la plus probable.

9.8.6 Essais

Un système permettant de soumettre à essai l'indication visuelle (essai du témoin lumineux, par exemple) et l'alarme sonore doit être disponible au niveau du panneau de la passerelle de navigation.

9.8.7 Autonomie

Le système d'indication et d'alarme des portes de bordé doit être autonome par rapport au système de commande des portes.

---

2 Ro-ro = *roll-on, roll-off*.

L'alimentation de ce système doit être protégée de manière séparée et doit disposer d'une alimentation sécurisée ou de secours, ASI par exemple.

La défaillance d'une alimentation doit déclencher une alarme sonore et visuelle au niveau de la passerelle de navigation.

9.8.8 Affichage

Les indications doivent s'afficher de manière visible et continue, quelles que soient les conditions d'éclairage prévues.

9.8.9 Capteurs

Les capteurs du système d'indication et d'alarme des portes de bordé doivent être protégés contre l'eau, le gel et les dommages mécaniques.

9.8.10 Télésurveillance

Un système de télésurveillance doit être fourni afin de pouvoir surveiller, depuis la passerelle de navigation, les portes de bordé où une fuite peut entraîner un envahissement par l'eau des espaces de cargaison ro-ro.

Pour les portes d'étrave, les portes intérieures et le local qui sépare les portes d'étrave des portes intérieures doivent être surveillés.

Une attention particulière doit être accordée à l'éclairage et au contraste des objets sous surveillance.

Une attention particulière doit également être accordée à la surveillance des espaces spéciaux et des espaces de cargaison ro-ro.

9.8.11 Détection des fuites d'eau

Un système d'alarme en cas de fuite d'eau doit être installé afin de détecter les fuites au niveau des portes, lesquelles pourraient entraîner l'envahissement des locaux spéciaux ou des locaux de cargaison ro-ro.

Pour les portes d'étrave, les fuites au niveau des portes intérieures doivent être surveillées.

En cas de détection d'un envahissement, une alarme visuelle et sonore doit se déclencher au niveau de la passerelle de navigation et de la salle de commande des machines.

9.8.12 Alarme de drainage

Un système de drainage doit être installé dans la zone qui sépare les portes d'étrave des rampes et des portes intérieures, le cas échéant.

Outre celle exigée en 9.8.11, une alarme visuelle et sonore doit être initiée au niveau de la passerelle de navigation si le niveau de l'eau dépasse de 0,5 m le pont-garage de ces zones.

9.8.13 Emplacement de commande

La commande à distance des dispositifs de fermeture et de sécurisation doit être exécutée depuis un poste situé au-dessus du pont de franc-bord pour les portes d'étrave et les portes intérieures donnant accès aux ponts-garages.

9.9 Portes étanches électriques

9.9.1 Généralités

Les portes étanches électriques sont régies par la Règle 15 de la Partie B du Chapitre II-1 de la SOLAS.

9.9.2 Indications

Les portes étanches coulissantes électriques doivent être équipées d'un système qui indiquera si une porte est ouverte ou fermée au niveau des postes opérationnels à distance (passerelle de navigation et emplacement de commande manuelle au-dessus du pont de cloisonnement).

9.9.3 Alarme

Une alarme sonore distincte de toutes les autres alarmes de la zone doit être installée localement pour chaque porte coulissante.

Cette alarme doit être active à chaque fois que la porte est fermée électriquement à distance, et ce pendant une durée comprise entre 5 s et 10 s, avant que la porte ne soit actionnée.

L'alarme doit continuer de retentir jusqu'à ce que la porte soit intégralement fermée.

Dans les zones passagers et les zones enregistrant d'importants niveaux de bruit, l'administration peut exiger de remplacer l'alarme sonore par un signal visuel clignotant au niveau de la porte.

9.9.4 Vitesse de fermeture

La vitesse de fermeture des portes coulissantes électriques doit être approximativement homogène. Le temps de fermeture (entre le moment où la porte entame son mouvement et celui où elle atteint la position de fermeture intégrale) ne doit en aucun cas être inférieur à 20 s ni supérieur à 40 s en conditions de fonctionnement normales, comme indiqué au Tableau 1.

9.9.5 Alimentation

La puissance électrique exigée pour faire coulisser les portes doit être fournie directement par le tableau de distribution d'urgence ou par l'intermédiaire d'un panneau de distribution dédié situé au-dessus du pont de cloisonnement.

Les circuits de commande, d'indication et d'alarme correspondants doivent être alimentés comme indiqué ci-dessus.

En outre, en cas de défaillance de la source d'alimentation principale ou d'urgence, ils doivent être alimentés par une source d'alimentation de secours transitoire.

La source d'alimentation de secours transitoire doit offrir une capacité suffisante pour actionner la porte à trois reprises au minimum (fermeture-ouverture-fermeture, selon une valeur d'inclinaison conforme aux éléments 11a et 11b du Tableau 1).

9.9.6 Circuits dédiés

Chaque porte coulissante électrique doit être équipée d'un moteur propre et des circuits associés permettant son ouverture et sa fermeture.

Aucune défaillance unique de ces circuits ne doit empêcher le fonctionnement manuel de la porte.

9.9.7 Emplacement des équipements

Dans la mesure du possible, les équipements électriques et les composants des portes étanches doivent être situés au-dessus du pont de cloisonnement et à l'extérieur des zones et espaces dangereux (voir l'IEC 60092-502).

9.9.8 Enveloppes

Les enveloppes des composants électriques nécessairement situés sous le pont de cloisonnement doivent être équipées d'une protection adaptée contre la pénétration d'eau, comme indiqué ci-dessous:

a) moteurs électriques, et composants des circuits et commandes correspondants: protection normalisée IPX7 au minimum;

b) indicateurs de position des portes et composants des circuits correspondants: protection normalisée IPX8;

c) dispositifs d'indication de mouvement des portes: protection normalisée IPX6 au minimum.

L'essai de pression hydraulique des enveloppes de protection IPX8 doit reposer sur la pression pouvant être rencontrée au niveau du composant en cas d'envahissement pendant 36 h, navire à flot.

D'autres dispositions pour enveloppes de composants électriques peuvent être installées sous réserve de fournir une protection équivalente qui satisfasse à l'administration.

9.9.9 Fuite

Dans la mesure du possible, les dispositions doivent être conçues de sorte qu'une fuite d'eau au niveau des équipements électriques situés sous le pont de cloisonnement n'entraîne pas l'ouverture de la porte.

9.9.10 Circuits autonomes

Les circuits d'alimentation, de commande, d'indication et d'alarme doivent être protégés des pannes de sorte qu'une défaillance d'un circuit de porte n'entraîne pas la défaillance d'un autre circuit de porte.

9.9.11 Défaillance des circuits d'alarme

Les courts-circuits ou autres pannes des circuits d'indication ou d'alarme d'une porte ne doivent pas entraîner l'arrêt du fonctionnement électrique de la porte en question.

9.9.12 Défaillance des circuits de commande

Aucune défaillance électrique unique du système de commande ou de fonctionnement électrique d'une porte coulissante ne doit entraîner l'ouverture d'une porte fermée.

9.9.13 Surveillance de l'alimentation

L'alimentation doit être surveillée en continu sur le circuit électrique, au plus proche de chacun des moteurs exigés en 9.9.5. La coupure d'une alimentation de ce type doit déclencher une alarme sonore et visuelle au niveau de la console de fonctionnement centralisé de la passerelle de navigation.

9.9.14 Sélection de mode

La console de fonctionnement centralisé de la passerelle de navigation doit être équipée d'un commutateur de mode principal offrant deux modes de commande: le mode "commande locale" qui doit permettre d'ouvrir et de fermer les portes en local après utilisation, et ce sans fermeture automatique, et le mode "portes fermées" qui doit permettre de fermer

automatiquement toutes les portes restées ouvertes. Le mode "portes fermées" doit permettre l'ouverture des portes en local et doit entraîner la fermeture automatique dès la libération du mécanisme de commande locale dans un délai suffisant pour passer la porte. La commutation du mode principal doit normalement correspondre au mode "commande locale". Le mode "portes fermées" doit uniquement être utilisé à des fins d'urgence ou d'essai. Une attention particulière doit être accordée à la fiabilité de commutation du mode principal.

9.9.15 Indications sur la passerelle de navigation

La console de fonctionnement centralisé de la passerelle de navigation doit être accompagnée d'un diagramme représentant l'emplacement de chaque porte, avec indicateur visuel déterminant si chaque porte est ouverte ou fermée. Les indications doivent s'afficher de manière visible et continue, quelles que soient les conditions d'éclairage prévues.

Une lumière rouge doit indiquer qu'une porte est intégralement ouverte et une lumière verte doit indiquer qu'une porte est intégralement fermée.

Lorsque la porte est fermée à distance, une lumière rouge clignotante doit indiquer une position intermédiaire.

Le circuit d'indication doit être autonome par rapport au circuit de commande de chaque porte.

9.9.16 Ouverture à distance

Une porte ne doit pas pouvoir être ouverte à distance depuis la console de fonctionnement centralisé.

9.10 Système d'adresses publiques sur les navires de passagers

9.10.1 Généralités

Un système d'adresses publiques ou une solution de communication adaptée satisfaisant aux exigences de la Règle 6.5 de la Partie B du Chapitre III de la SOLAS doit être disponible au niveau des espaces d'hébergement et de service, des postes de commande et des ponts ouverts.

9.10.2 Outrepassement

Une fonction de d'outrepassement doit être prévue. Elle doit pouvoir interrompre toute diffusion sur le système depuis n'importe quel autre emplacement à bord et être performante même lorsqu'un haut-parleur a été éteint ou que son volume a été baissé.

Cette fonction doit être accessible depuis la passerelle de navigation et depuis n'importe quel poste de commande en cas d'urgence. Le nombre et l'emplacement de ces postes de commande doivent satisfaire aux exigences de l'administration concernée.

Ces fonctions doivent être protégées contre toute utilisation non autorisée via l'utilisation d'une clé ou d'un mot de passe, par exemple.

9.10.3 Utilisation

Des messages doivent pouvoir être diffusés simultanément sur une partie (emplacements réservés au personnel ou installations professionnelles, par exemple) ou la totalité des haut-parleurs en toute simplicité.

9.10.4 Diffusion d'urgence

Des installations permettant de diffuser des messages d'urgence à partir d'au moins deux postes doivent être prévues.

L'un de ces postes doit être équipé d'un système d'interruption permettant une diffusion en toute simplicité, sans action depuis l'autre poste.

9.10.5 Réglage des niveaux sonores

Les systèmes doivent être équipés de systèmes de réglage des niveaux sonores.

9.10.6 Niveau sonore minimal

Le système doit pouvoir générer un niveau sonore minimal de:

a) 75 dB (A) en espaces intérieurs et d'au moins 20 dB (A) au-dessus du niveau d'interférence avec la parole;

b) 80 dB (A) en espaces extérieurs et d'au moins 15 dB (A) au-dessus du niveau d'interférence avec la parole.

9.10.7 Interférences

Le système doit pouvoir prévenir toute rétroaction ou perturbation.

9.10.8 Tolérance aux pannes

Le système doit être conçu de sorte qu'aucune défaillance unique ne puisse perturber le système dans son ensemble.

9.10.9 Protection

Chaque haut-parleur doit être individuellement protégé contre les courts-circuits.

9.10.10 Zones d'incendie

Les différents espaces de chaque zone d'incendie doivent tous être équipés de deux boucles dédiées au minimum, présentant un espacement suffisant sur toute leur longueur, et être équipés de deux amplificateurs autonomes distincts.

9.10.11 Séparation

Les haut-parleurs des salles communes, des coursives, des escaliers et des postes de commande doivent intégrer deux boucles et deux amplificateurs autonomes distincts au minimum.

9.10.12 Sources d'alimentation

Les systèmes doivent être alimentés par les sources d'alimentation principale, d'urgence et transitoire.

9.10.13 Câblage

Dans la mesure du possible, les chemins des câbles et câblages doivent contourner les cuisines, les blanchisseries et les locaux de machines de catégorie A, les boîtiers dédiés et les espaces présentant un risque élevé d'incendie.

Le cas échéant, il convient que ces câbles soient installés de sorte à prévenir tout dommage lié au chauffage des cloisons en cas d'incendie dans un local adjacent.

Les câbles et fils doivent au minimum offrir une conception ignifuge, à l'exception des câbles utilisés dans les zones présentant un risque élevé d'incendie, lesquels doivent être résistants au feu.

Les chemins de câble doivent être séparés; dans le cas contraire, des câbles résistants au feu doivent être utilisés.

10 Systèmes informatiques

10.1 Généralités

L'Article 10 renvoie à l'utilisation de systèmes informatiques dédiés à l'exécution des fonctions de commande, d'alerte, de surveillance et de sécurité complémentaires aux exigences énoncées dans les autres articles de la présente norme.

10.2 Exigences générales

Les systèmes informatiques doivent satisfaire aux exigences du système commandé quelles que soient les conditions de fonctionnement. Ils doivent tenir compte de la sécurité des personnes, de l'impact environnemental, du risque de détérioration du navire et des équipements, de l'aptitude à l'utilisation des systèmes informatiques et de l'interopérabilité avec les autres équipements.

10.3 Catégories de systèmes

Les systèmes informatiques doivent être affectés à l'une des quatre catégories de systèmes comme indiqué au Tableau 2, et ce en fonction de la portée potentielle des dommages provoqués par un événement.

Une attention particulière doit être accordée à la portée des dommages directement provoqués par la défaillance d'un système informatique et non à celle de dommages consécutifs.

Tableau 2 – Catégories de systèmes

Catégorie	Effets	Fonctionnalité système
I	Systèmes dont la défaillance ne représentera aucun danger pour la sécurité des personnes, celle du navire et/ou l'environnement.	Fonctions de surveillance des tâches d'information ou d'administration
II	Systèmes dont la défaillance pourrait à terme représenter un danger pour la sécurité des personnes, celle du navire et/ou l'environnement.	Fonctions d'alerte et de surveillance Fonctions de commande nécessaires au maintien des conditions de fonctionnement et d'hébergement ordinaires du navire
III	Systèmes dont la défaillance pourrait immédiatement représenter un danger pour la sécurité des personnes, celle du navire et/ou l'environnement.	Fonctions de commande nécessaires au maintien de la propulsion et à la manœuvre du navire Fonctions de protection
IV	Systèmes dont la défaillance pourrait immédiatement représenter une catastrophe pour la sécurité des personnes, celle du navire et/ou l'environnement.	Systèmes de commande pour lesquels une intervention manuelle en vue d'écarter un danger en cas de défaillance ou de dysfonctionnement n'est pas possible Fonctions de sécurité

L'affectation d'un système informatique à une catégorie de systèmes adaptés doit être réalisée au regard du cas le plus grave de dommage direct (pour des exemples, voir le Tableau 3).

Lorsqu'un système de sauvegarde autonome et efficace ou qu'une solution alternative d'anticipation du danger sont adoptés, la catégorie de système peut être diminuée.

La nature et la taille du navire, la présence de personnes dans la zone à risque (durée et fréquence), la complexité de système et la possibilité d'anticiper le danger peuvent influencer l'affectation à une catégorie de systèmes.

Tableau 3 – Exemples d'affectation aux catégories de systèmes

Catégorie de systèmes	Exemple
I	Systèmes de support de maintenance Systèmes d'information et de diagnostic Instruments de chargement (autonomes)
II	Fonctions d'alerte et de surveillance Equipements de mesure de la capacité du réservoir Systèmes de commande pour machines auxiliaires Systèmes de commande à distance des machines de propulsion principales Systèmes de détection incendie Systèmes d'extinction incendie Systèmes de cale Régulateurs Instruments de chargement (en ligne)
III	Systèmes/équipements de protection des machines Systèmes électroniques d'injection de carburant pour moteurs diesel Systèmes de commande de la propulsion et de manœuvre Unités de synchronisation des tableaux de distribution
IV	Systèmes de commande des brûleurs Systèmes de commande du cap des navires à grande vitesse (HSC) Systèmes de positionnement dynamique
NOTE Les exemples énoncés dans le Tableau 3 ne sont pas exhaustifs.	

10.4 Configuration système

10.4.1 Généralités

La conception technique d'un système informatique découle de son affectation à une catégorie de système. Les mesures répertoriées ci-dessous à titre d'exemple et classées d'après les exigences de leur catégorie de systèmes respective doivent être respectées.

Les systèmes informatiques doivent être suffisamment rapides pour assurer le fonctionnement des commandes, informer correctement l'utilisateur et exécuter ses instructions au moment opportun, indépendamment des conditions de fonctionnement.

Les systèmes informatiques doivent surveiller automatiquement l'exécution des programmes et des flux de données.

En cas de défaillance et de redémarrage du système informatique, le processus doit être protégé contre tout état non défini ou critique.

10.4.2 Alimentation

L'alimentation doit être surveillée et les pannes doivent être signalées par une alerte.

Les systèmes redondants doivent bénéficier d'une protection individuelle contre les courts-circuits et les surcharges et doivent disposer d'une alimentation séparée. Les programmes et les données du système doivent être protégés contre la corruption en cas de coupure d'alimentation.

10.4.3 Matériel

La conception du matériel doit être clairement structurée (séparation des tensions d'alimentation, par exemple). Les composants remplaçables doivent être facilement accessibles à des fins de réparation et de maintenance.

Les composants et les connecteurs amovibles doivent être correctement marqués afin de prévenir toute inversion involontaire.

Les sous-systèmes des systèmes intégrés ne doivent pas interférer entre eux.

Les systèmes informatiques doivent être conçus de préférence sans système de ventilation artificielle. Lorsque la ventilation forcée d'un système informatique est nécessaire, l'installation d'une alerte de surchauffe est recommandée.

10.4.4 Logiciel

Le fabricant doit appliquer une procédure systématique au cours de chaque phase de développement logiciel, y compris celle de modification d'après la catégorie de systèmes concernée.

Le logiciel doit être soumis à essai en fonction de la catégorie de systèmes concernée.

La conception et les essais logiciels doivent être correctement documentés.

La version logicielle, avec date et édition correspondante, doit être documentée et doit être clairement identifiable.

10.4.5 Liaisons de communication de données

La fiabilité de la transmission des données doit être adaptée à l'application particulière et à la catégorie de systèmes; elle doit être définie en conséquence.

Toute perte d'une liaison de communication doit entraîner une alerte.

Les liaisons de communication de données doivent en permanence être soumises à une autovérification visant à détecter les défaillances au niveau de la liaison ainsi que les défaillances de communication de données au niveau des nœuds.

Toute commutation entre deux liaisons redondantes ne doit pas perturber la communication de données ni le fonctionnement continu des fonctions.

Les liaisons de communication de données doivent être automatiquement initialisées dès la mise sous tension. Après une coupure d'alimentation, la liaison doit retrouver un fonctionnement normal sans intervention manuelle.

10.4.6 Communication de données sans fil

Lorsqu'une conception ou une disposition alternative divergeant des présentes exigences est proposée, une analyse technique doit être menée conformément aux Normes nationales ou internationales recevables aux yeux de l'administration (voir également la Règle 55 de la Partie F du Chapitre II-1 de la SOLAS).

Une défaillance pouvant entraîner un accident d'une sévérité catastrophique, l'utilisation de technologies non conventionnelles pour ce type d'application sera uniquement admise à titre exceptionnel, lorsqu'il a été prouvé que le système offre des performances acceptables et fiables qui satisfont aux exigences de l'administration.

Les exigences en 10.4.6 viennent compléter celles de 10.4.5. Elles s'appliquent aux catégories de systèmes I et II qui utilisent des liaisons de communication de données sans fil pour transférer des données entre des équipements ou des systèmes électroniques programmables distribués.

Les fonctions exigées pour un fonctionnement continu dédiées à l'exécution de services essentiels qui dépendent des liaisons de communication de données sans fil doivent bénéficier d'un système de commande alternatif pouvant être opérationnel dans un délai acceptable.

La communication de données sans fil doit faire appel aux protocoles internationaux pour systèmes de communication sans fil, lesquels intègrent les composantes suivantes:

- intégrité des messages: prévention, détection, diagnostic et résolution des pannes de manière à ce que les messages reçus ne soient ni corrompus ni altérés par rapport aux messages envoyés;
- configuration et authentification des dispositifs: celles-ci doivent uniquement permettre la connexion des dispositifs intégrés à la conception des systèmes;
- cryptage des messages: protection en fonction du degré de confidentialité et/ou de criticité du contenu des données;
- gestion de la sécurité: protection des ressources réseau et prévention des accès non autorisés auxdites ressources.

Le système sans fil doit être conforme aux exigences de radiofréquence et de niveau de puissance de l'Union Internationale des Télécommunications ainsi qu'aux exigences de l'administration.

Il convient d'accorder une attention particulière au fonctionnement des systèmes lorsque des réglementations locales et fédérales portuaires sur l'utilisation des transmissions par radiofréquence interdisent l'usage d'une liaison de communication de données sans fil en raison de restrictions de fréquence et de niveau de puissance.

10.4.7 Réseau/intégration système

L'architecture et la configuration d'un réseau doivent être adaptées à la catégorie de systèmes.

L'intégration de sous-systèmes autonomes ne doit pas réduire la fiabilité du système.

Une défaillance de l'un des sous-systèmes ne doit pas affecter le fonctionnement des autres sous-systèmes.

Une défaillance du transfert de données entre sous-systèmes autonomes interconnectés ne doit pas affecter les fonctions autonomes associées.

Les caractéristiques de la liaison de communication de données doivent garantir la transmission de l'ensemble des informations en temps opportun et prévenir toute surcharge.

10.4.8 Interface utilisateur

L'interface utilisateur d'un système doit être conçue suivant des principes ergonomiques. Ceux-ci peuvent par exemple être consultés dans la publication "Guidance notes on the application of ergonomics to marine systems" de l'ABS.

Le statut correspondant (santé du système) doit être surveillé et clairement affiché.

La défaillance ou l'extinction d'un sous-système ou d'une unité fonctionnelle doit être signalée par une alerte et s'afficher sur chaque poste opérateur concerné.

Pour l'utilisation des systèmes informatiques, un guide utilisateur universel doit être fourni.

10.4.9 Dispositifs d'entrée

Le retour sur l'efficacité des commandes doit être indiqué.

Une évaluation doit être menée afin de définir les temps de réponse des commandes.

Les panneaux opérateurs situés sur la passerelle doivent bénéficier d'un éclairage individuel. L'éclairage doit être adaptable aux conditions d'éclairage dominantes.

Lorsque les claviers peuvent être utilisés pour modifier le fonctionnement des équipements ou les fonctions, des mesures appropriées doivent être adoptées afin de prévenir toute exploitation involontaire.

Lorsque l'utilisation d'une touche d'un clavier peut entraîner des conditions de fonctionnement dangereuses, des mesures doivent être adoptées afin d'éviter que l'exécution tienne à une action unique, par exemple:

– utilisation d'un système de verrouillage spécial;
– utilisation de plusieurs touches.

Les commandes simultanées doivent être empêchées à l'aide de systèmes de verrouillage. Le poste de commande opérationnel doit être signalé en tant que tel.

Les commandes doivent refléter la position et la direction de fonctionnement des équipements commandés.

10.4.10 Dispositifs de sortie

La taille, la couleur et la densité des textes, graphiques et signaux d'alerte qui s'affichent sur les unités de traitement et de visualisation doivent pouvoir être lus facilement sur un poste opérateur ordinaire, et ce quelles que soient les conditions d'éclairage.

Les informations doivent être classées par ordre de priorité, par exemple par alertes (alarmes, avertissements, mises en garde) ou remarques générales.

Les informations relatives aux alertes doivent s'afficher par ordre chronologique et par ordre de priorité conformément à la Résolution OMI MSC.302(87).

10.4.11 Interface utilisateur graphique

Les informations doivent être présentées de manière claire et intelligible d'après leur signification et leur association fonctionnelles. Les contenus à l'écran doivent être structurés de manière logique, et leur représentation doit être limitée aux données directement pertinentes pour l'utilisateur.

Lorsque des interfaces utilisateur graphiques à vocation générale sont utilisées, seules les fonctions nécessaires au processus correspondant doivent être disponibles.

La présentation visuelle et sonore des alertes doit être prioritaire sur les autres informations, quel que soit le mode de fonctionnement du système. Ces alarmes doivent être clairement différentiables des autres informations.

10.5 Protection contre la modification et la perte de données

Les systèmes informatiques doivent être protégés contre toute modification involontaire ou non autorisée des programmes et des données (voir l'IEC 62443 par exemple).

Pour les systèmes appartenant aux catégories de systèmes III et IV, la modification des paramètres de sécurité peut uniquement être réalisée par le fabricant.

10.6 Maintenance logicielle

Toute modification/mise à niveau logicielle doit être gérée conformément aux procédures de gestion des modifications et les justificatifs nécessaires doivent être enregistrés:

- toute révision pouvant affecter la conformité à la présente norme doit être approuvée par l'administration; les justificatifs correspondants doivent être disponibles à bord;
- la procédure de modification doit être disponible;
- l'intégrité du package de mise à jour logicielle doit être vérifiée à bord, avant de procéder à la mise à jour logicielle;
- un programme d'essai destiné à vérifier que l'installation et les fonctions sont correctes doit être disponible;
- les justificatifs relatifs aux motifs de la mise à jour logicielle doivent être documentés dans une note de publication logicielle;
- lorsque le package de mise à jour logicielle n'a pas été correctement installé, la version précédente du système doit être disponible afin de permettre sa réinstallation avec essai.

10.7 Accès à distance

10.7.1 Généralités

L'accès à distance au cours d'un voyage maritime doit uniquement être utilisé à des fins de surveillance, et ce uniquement sur autorisation préalable de l'un des membres du personnel responsable du navire.

La sécurité de l'accès à distance doit être garantie.

10.7.2 Maintenance logicielle à distance

Les exigences de 10.5 doivent être satisfaites.

Les modifications doivent être réalisables uniquement sur acceptation et autorisation de l'un des membres du personnel responsable du navire (le capitaine, par exemple); elles doivent être exécutées au port uniquement.

En cas de défaillance post-modification imprévue, une stratégie de reprise doit être disponible.

10.8 Documentation

10.8.1 Généralités

La documentation doit fournir des informations pertinentes de manière claire et non ambiguë.

Les symboles et abréviations utilisés doivent être expliqués ou faire référence à une norme ou un code international(e) applicable.

Les documents exigés pour l'évaluation des systèmes informatiques doivent être classés d'après les exigences de la catégorie de systèmes correspondante.

Les versions matérielles et logicielles doivent être documentées par le fabricant et doivent être traçables.

Les modifications matérielles et logicielles majeures apportées par la suite doivent être soumises à approbation.

Pour les essais exigés par la catégorie de systèmes, une spécification d'essai doit avoir été rédigée; les essais doivent être documentés.

Les programmes d'essai et les justificatifs correspondants doivent être communiqués conformément à l'élément n° 6 du Tableau 4.

10.8.2 Matériel

La documentation suivante doit être fournie:

a) organigramme du système représentant la disposition des composants individuels et des dispositifs d'entrée et de sortie, ainsi que les interconnexions correspondantes (voir l'IEC 61355-1);

b) schémas de câblage (voir l'IEC 61355-1);

c) description des dispositifs d'entrée et de sortie;

d) description des alimentations électriques.

10.8.3 Description fonctionnelle du système

Une documentation visant à garantir la conformité aux exigences applicables de la présente norme doit être fournie, par exemple:

– la spécification du système;

– les performances du système en cas de fonctionnement normal et anormal des équipements;

– les instructions relatives aux modes de fonctionnements normaux et anormaux;

– le transfert de commandes;

– les modes de redondance ou de réversion;

– les installations d'essai;

– les installations de détection et d'identification des défaillances (automatiques et manuelles);

– la sécurité des données;

– les restrictions d'accès;

– les aspects spéciaux qui exigent une attention particulière.

En outre, une documentation doit être fournie sur les procédures suivantes:

- démarrage;
- restauration des fonctions;
- maintenance et essai périodiques;
- sauvegarde des données;
- réinstallation logicielle avec régénération du système;
- localisation et résolution des défaillances.

10.8.4 Logiciel

10.8.4.1 Plan qualité

Un plan relatif aux activités du cycle de vie logiciel doit être fourni. Il doit renvoyer aux procédures, responsabilités et documentations système correspondantes, y compris en termes de gestion de la configuration.

10.8.4.2 Description

Le logiciel doit être décrit conformément à la catégorie de systèmes applicable (voir le Tableau 3). La description du logiciel doit notamment inclure:

– une description du logiciel de base installé sur chaque unité matérielle;
– une description du logiciel de communication installé sur les nœuds du réseau;
– une description du logiciel d'application (et non une liste des programmes);
– les outils nécessaires à l'installation du système et à la configuration des équipements de traitement.

10.8.4.3 Logiciel d'application

Le logiciel d'application doit être décrit conformément à la catégorie de systèmes applicable (voir le Tableau 3). La description du logiciel d'application doit notamment inclure:

– l'identification des modules du système devant être fonctionnels pour garantir l'exécution des fonctions et leurs interdépendances avec les autres systèmes;
– la description de chaque module, suffisante pour en comprendre les fonctions;
– les flux de données et de commandes échangés par les modules logiciels;
– la configuration logicielle, schémas de priorité compris;
– les mécanismes de commutation des systèmes redondants.

10.8.4.4 Plages et limites

Une liste des points de mesure des plages et des limites de fonctionnement rattachées aux fonctions d'alerte et de sécurité doit être fournie.

10.8.5 Interface utilisateur

10.8.5.1 Conception documentée

La conception et la disposition des postes de commande doivent être décrites en détail à l'aide de schémas, de cotes ou encore de figures ayant trait aux dispositifs d'entrée et de sortie, etc., le niveau de détail correspondant devant permettre l'évaluation des principes opérationnels.

10.8.5.2 Fenêtres de dialogue

La description des fenêtres de dialogue doit inclure:

– la description des fonctions rattachées à chaque dispositif d'entrée;
– la description des vues individuelles, etc;
– la description des menus.

10.8.6 Essais et justificatifs

Les essais et justificatifs doivent être conformes au Tableau 4.

Tableau 4 – Essais et justificatifs en fonction de la catégorie de systèmes

N°	Essais et justificatifs	Catégorie de systèmes			
		I	II	III	IV
1.	Justificatifs relatifs au système qualité				
	Plan de qualité relatif au logiciel		M	M	M
	Inspection des composants (matériels uniquement) des sous-traitants		M	M	M
	Contrôle qualité de la production		M	M	M
	Rapports d'essai définitifs	M	M	S	S
	Traçabilité logicielle	M	M	S	S
2.	Justificatifs relatifs à la validité des spécifications matérielles et logicielles				
	Spécifications logicielles		M	S	S
	Spécifications matérielles		M	S	S
	Analyse des défaillances des fonctions de sécurité uniquement			S	S
3.	Justificatifs relatifs aux essais logiciels				
	Justificatifs relatifs aux essais logiciels d'après le plan de qualité		M	S	S
	Analyse portant sur l'existence et le respect des procédures de programmation des fonctions de sécurité			S	S
	Inspection et démonstration des codes			M	M
	AMPE / AMPEC				S
4.	Essais matériels				
	Essais conformes au Tableau 1		W	W	W
5.	Essais logiciels				
	Essais des modules		M	S	S
	Essais des sous-systèmes		M	S	S
6.	Essais des systèmes industriels				
	Essais des fonctions	M	W	W	W
	Simulation des conditions de fonctionnement		W	W	W
	Simulation de panne		W	W	W
	Essais des simulations d'intégration		W	W	W
7.	Essais embarqués				
	Essais complets des systèmes	M	W	W	W
	Essais d'intégration		W	W	W
8.	Modifications				
	Essai post-modification		W/S [a]	W/S [a]	W/S [a]

M Justificatif détenu par le fabricant et communiqué sur demande

S Justificatif vérifié par l'administration

W A faire attester par l'administration

[a] Les modifications matérielles et logicielles majeures apportées par la suite doivent être soumises à approbation (voir 10.8.1).

En fonction de l'utilisation de systèmes et de composants éprouvés en termes de service, la portée des justificatifs et des essais exigés, ainsi que leur emplacement, peuvent être modifiés sur accord de l'administration.

Pour obtenir des définitions sur les essais et les justificatifs logiciels conformes au Tableau 4, voir l'IEC 61508-4.

11 Exigences complémentaires relatives aux locaux de machines peu ou pas surveillés

11.1 Généralités

Les dispositions exigées par la Partie E du Chapitre II-1 de la SOLAS doivent être mises en place.

Les dispositions mises en place doivent garantir que la sécurité du navire est équivalente à celle d'un bâtiment dont les locaux de machines sont sous surveillance, et ce quelles que soient les conditions de navigation (manœuvres comprises).

Ces dispositions doivent être appropriées à la durée prévue du fonctionnement sans surveillance.

La conception de ces dispositions doit être conforme à l'Article 9.

En cas de surveillance réduite, l'applicabilité 11.2 à 11.7 doit être déterminée par l'administration.

11.2 Précautions en cas d'incendie

Les dispositions exigées par la Règle 47 de la Partie E du Chapitre II-1 de la SOLAS doivent être mises en place.

11.3 Protection contre l'envahissement

Les dispositions exigées par la Règle 48 de la Partie E du Chapitre II-1 de la SOLAS doivent être mises en place.

11.4 Commande des machines de propulsion

Les dispositions exigées par la Règle 49 de la Partie E du Chapitre II-1 de la SOLAS doivent être mises en place.

11.5 Systèmes et conception technique des alarmes

Les dispositions exigées par la Règle 51 de la Partie E du Chapitre II-1 de la SOLAS doivent être mises en place.

11.6 Systèmes de protection (sécurité)

Les dispositions exigées par la Règle 52 de la Partie E du Chapitre II-1 de la SOLAS doivent être mises en place.

11.7 Machines, chaudières et installations électriques

Les dispositions exigées par la Règle 53 de la Partie E du Chapitre II-1 de la SOLAS doivent être mises en place.

12 Mise en service et essais

12.1 Essais après achèvement

Des essais doivent être menés afin de démontrer que les systèmes électriques de commande, de surveillance et d'alerte ont été correctement installés et sont fonctionnels, et ce avant la mise en service. Dans la mesure du possible, les essais doivent être concrets et les simulations évitées.

Une fois l'installation terminée, l'intégralité des équipements de commande doit être soumise à essai conformément au programme d'essai prescriptif.

12.2 Essais opérationnels

Les essais opérationnels doivent être menés afin d'ajuster et de mémoriser les capacités fonctionnelles de chaque système, y compris ses capteurs, actionneurs, transducteurs, indicateurs, appareils enregistreurs, contrôleurs et alertes dédiées. Ceux-ci doivent également porter sur le fonctionnement et la commutation des modes manuels et automatiques de commande locale et à distance. Les enregistrements doivent être correctement documentés.

L'intégralité du système de commande doit être soumise à essai afin de garantir, dans la mesure du possible, un fonctionnement satisfaisant lors des essais à quai et en mer.

Voir aussi l'IEC 60092-401.

13 Documentation

Pour chaque appareil de commande, le fabricant doit fournir suffisamment d'informations sur les principes de fonctionnement, les spécifications techniques, les instructions de montage, les procédures de démarrage et de mise en service exigées, les procédures de localisation des pannes, la maintenance et la réparation; il doit également communiquer une liste des installations d'essais nécessaires ainsi que des composants remplaçables.

Des informations suffisantes doivent être disponibles pour permettre d'établir une description exhaustive du système.

Le cas échéant, les schémas de circuit relatifs aux matériaux durables doivent être clairement affichés sur ou à proximité de chaque appareil de commande, ou être intégrés au manuel du système de commande.

Pour les systèmes informatiques, voir 10.6.

La documentation répertoriant l'ensemble des points définis doit être disponible.

Bibliographie

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60092-376, *Installations électriques à bord des navires – Partie 376: Câbles pour circuits de commande et d'instrumentation 150/250 V (300 V)*

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

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

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

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

IEC 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

IEC 61508-4, *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité – Partie 4: Définitions et abréviations*

IEC 61924-2:2013, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems — Integrated navigation systems – Part 2: Modular structure for INS – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results* (disponible en anglais seulement)

IACS Req. 1991/Rev.6 Oct 2014, *Unified requirements E10, Test Specification for Type Approval* (disponible en anglais uniquement)

Résolution OMI MSC.145(77):2003, *Normes de fonctionnement des détecteurs de niveau d'eau à bord des vraquiers*

_____

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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