

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Mobile and fixed offshore units – Electrical installations –  
Part 5: Mobile units**

**Unités mobiles et fixes en mer – Installations électriques –  
Partie 5: Unités mobiles**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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](http://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](http://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](http://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](http://www.electropedia.org)

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

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

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

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://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](mailto: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](http://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](http://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](http://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](http://www.electropedia.org)

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

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

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

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://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](mailto:csc@iec.ch).



IEC 61892-5

Edition 3.0 2014-11

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

**Mobile and fixed offshore units – Electrical installations –  
Part 5: Mobile units**

**Unités mobiles et fixes en mer – Installations électriques –  
Partie 5: Unités mobiles**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

W

ICS 47.020.60

ISBN 978-2-8322-1922-5

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

# CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references .....	8
3 Terms and definitions .....	9
4 General requirements .....	10
4.1 Protection against flooding.....	10
4.2 Rotating machines .....	10
4.3 Conductors, equipment and apparatus .....	10
4.4 Main switchboards .....	10
4.5 Axes of rotation.....	11
5 Limits of inclination of the unit .....	11
5.1 Authority requirement.....	11
5.2 Machines, equipment and apparatus – General.....	11
5.3 Propulsion machinery.....	11
5.4 Emergency machinery.....	11
5.5 Dynamic condition.....	11
6 Bilge pumps.....	12
6.1 Power supply .....	12
6.2 Cables and cable connections.....	12
6.3 Location of starting arrangement.....	12
7 Navigation lights .....	12
7.1 General.....	12
7.2 Navigation lights when in operation.....	12
7.3 Steaming lights .....	12
7.4 Collision regulations.....	12
7.5 Power supply and monitoring systems .....	12
7.6 Special requirements for lights using LEDs .....	13
8 Steering gear.....	13
8.1 Power operated steering gear .....	13
8.2 Motors .....	14
8.3 Motor starters .....	14
8.4 Power circuits supply .....	14
8.5 Supply of control circuits and control systems .....	14
8.6 Circuit protection.....	15
8.7 Starting and stopping of motors for steering gear power units .....	15
8.8 Steering gear control systems.....	15
8.9 Alarms and indications .....	16
8.10 Rudder angle indication .....	16
8.11 Separation of circuits .....	16
8.12 Communication between navigating bridge and steering gear compartment .....	16
9 Electric propulsion .....	16
9.1 General.....	16
9.2 General requirements .....	17
9.2.1 Torque and critical speeds.....	17

9.2.2	Lubrication.....	18
9.2.3	Prime movers .....	18
9.3	Electromagnetic compatibility (EMC) and harmonic distortion .....	19
9.3.1	General .....	19
9.3.2	Total harmonic distortion, THD .....	19
9.3.3	Radio frequency interference .....	19
9.4	Harmonic filtering.....	19
9.5	Generators, motors, semiconductor converters and electric slip-couplings .....	20
9.5.1	Machine and equipment temperature and ventilation .....	20
9.5.2	Accessibility and facilities for repair <i>in situ</i> .....	20
9.5.3	Protection against moisture and condensate.....	21
9.5.4	Sudden short circuits .....	21
9.5.5	Overspeed of propulsion motors .....	21
9.5.6	Exciter sets.....	21
9.5.7	Semiconductor converter design data .....	21
9.6	Protection against moisture and condensation .....	22
9.7	Controlgear .....	22
9.7.1	Location of manoeuvring controls .....	22
9.7.2	Engine order systems .....	22
9.7.3	Operation of manoeuvring controls .....	22
9.7.4	Interlocking of the means of control .....	23
9.8	Cables and wiring .....	23
9.8.1	Conductors .....	23
9.8.2	Internal wiring.....	23
9.8.3	Bus-bars.....	23
9.9	Main and control circuits .....	24
9.9.1	Control .....	24
9.9.2	Power management system .....	24
9.9.3	Circuitry and components .....	25
9.10	Protection of the system .....	26
9.10.1	Protection.....	26
9.10.2	Instrumentation.....	27
9.11	Propulsion transformers .....	28
9.12	Testing .....	28
10	Dynamic positioning .....	28
11	Ballast systems .....	29
11.1	General.....	29
11.2	Ballast pumps .....	29
11.3	Control and indicating systems .....	29
11.4	Internal communication .....	30
11.5	Protection against flooding.....	30
12	Jacking systems .....	30
12.1	General.....	30
12.2	Design .....	31
12.3	Holding capacity .....	31
12.4	Electric motor capacity.....	31
12.5	Control and monitoring.....	31
12.6	Jacking gear motors and motor controller.....	32
12.6.1	General .....	32

12.6.2	Group installation .....	32
12.6.3	Overcurrent protection .....	32
12.6.4	Running protection .....	32
12.6.5	Metering .....	32
12.7	Testing on board.....	32
13	Anchoring systems .....	32
13.1	General.....	32
13.2	Anchoring arrangements .....	32
13.3	Control systems .....	33
13.4	Thruster-assisted anchoring systems (TA) .....	33
Annex A (informative) Enhanced system verification test (HIL test) for dynamic positioned mobile units .....		34
A.1	General.....	34
A.2	Scope of HIL testing .....	34
A.3	Schedule and work process .....	35
A.4	Requirements to control systems manufacturer .....	35
A.5	Documentation and approval.....	35
Bibliography.....		36
Figure 1 – Typical equipment (configuration) for unit with one or two propellers.....		17
Figure 2 – Typical control configuration .....		25

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MOBILE AND FIXED OFFSHORE UNITS –  
ELECTRICAL INSTALLATIONS –****Part 5: Mobile units****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 61892-5 has been prepared by IEC technical committee 18: Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision.

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

The requirement to protection against flooding has been rewritten.

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

FDIS	Report on voting
18/1424/FDIS	18/1439/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.

The requirements specified in this International Standard are based on the Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units (1989 MODU CODE) published by the International Maritime Organization (IMO), and might include additional provisions.

A list of all the parts in the IEC 61892 series, published under the general title *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations*, can be found on the IEC website.

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

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

## INTRODUCTION

IEC 61892 forms a series of International Standards intended to ensure safety in the design, selection, installation, maintenance and use of electrical equipment for the generation, storage, distribution and utilization of electrical energy for all purposes in offshore units used for exploration or exploitation of petroleum resources.

This part of IEC 61892 also incorporates and co-ordinates, as far as possible, existing rules and forms a code of interpretation, where applicable, of the requirements laid down by the International Maritime Organization, and constitutes a guide for future regulations which may be prepared and a statement of practice for offshore unit owners, constructors and appropriate organizations. This standard is based on equipment and practices which are in current use, but it is not intended in any way to impede development of new or improved techniques.

The ultimate aim has been to produce a set of International Standards exclusively for the offshore petroleum industry.

# MOBILE AND FIXED OFFSHORE UNITS – ELECTRICAL INSTALLATIONS –

## Part 5: Mobile units

### 1 Scope

This part of IEC 61892 specifies the characteristics for electrical installations in mobile units, for use during transfer from one location to another and for use during the exploration and exploitation of petroleum resources.

It applies to all installations, whether permanent, temporary, transportable or hand-held, to AC installations up to and including 35 000 V and DC installations up to and including 1 500 V. (AC and DC voltages are nominal values).

NOTE Attention is drawn to further requirements concerning electrical installations on such mobile offshore units contained in the MODU CODE of the International Maritime Organization (IMO).

### 2 Normative references

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

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60076 (all parts), *Power transformers*

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

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

IEC 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*

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

IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61378-1, *Converter transformers – Part 1: Transformers for industrial applications*

IEC 61892-1, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 1: General requirements and conditions*

IEC 61892-2, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 2: System design*

IEC 61892-3, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 3: Equipment*

IEC 61892-6, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 6: Installation*

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

IALA, *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, Recommendation O-1239 On The Marking of Man-Made Offshore Structures, 2008*

IMO *Guidelines for vessels with dynamic positioning systems – see IMO/MSC/Circ. 645, Annex, International Maritime Organization*

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

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61892-1, IEC 61892-2, IEC 61892-3, IEC 61892-6, as well as the following apply.

#### 3.1

##### **auxiliary steering gear**

equipment, other than any part of the main steering gear, necessary to steer the unit in the event of failure of the main steering gear but not including the tiller, quadrant or components serving the same purpose

#### 3.2

##### **dynamic positioning system**

##### **DP system**

equipment necessary to provide means of controlling the position and heading of a mobile unit within predetermined limits by means of resultant vectored thrust

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

#### 3.3

##### **electric steering gear**

power operated steering gear where an electric motor applies torque to the rudder stock through mechanical means only

#### 3.4

##### **electrohydraulic steering gear**

power operated steering gear where a hydraulic pump, driven by an electric motor, applies torque to the rudder stock through hydraulic and mechanical means

#### 3.5

##### **main steering gear**

machinery, rudder actuators, steering gear power units and ancillary equipment and the means of applying torque to the rudder stock (for example tiller or quadrant) necessary for effecting movement of the rudder for the purpose of steering the unit under normal service conditions

#### 3.6

##### **propulsion machine**

rotating machine normally intended to provide propulsive power

#### 3.7

##### **redundancy**

in an item, existence of more than one means for performing a required function

[SOURCE IEC 60050-191:1990, 191-15-01]

### 3.8

#### **semiconductor converter**

electronic power converter with semiconductor valve devices

Note 1 to entry: Similar terms are used for converters in general or for specific kinds of converters and for converters with other or specific electronic valve devices, e.g. thyristor converter, transistor inverter.

[SOURCE IEC 60050-551:1998, 551-12-42]

### 3.9

#### **steering gear control system**

equipment by which orders are transmitted from the navigating bridge to the steering gear power units

Note 1 to entry: Steering gear control systems comprise transmitters, receivers, hydraulic control pumps and their associated motors, motor controllers, piping and cables, etc.

### 3.10

#### **steering gear power unit**

electric motor and its associated electrical and/or hydraulic equipment used to operate the steering gear

## 4 General requirements

### 4.1 Protection against flooding

In every mobile unit in which electric power is used for the services necessary for the safety of the unit, the generators, switchgear, motors and associated controlgear for such services, with the exception of machinery in the platform of semi-submersibles, shall be so situated or arranged that they continue to operate in the event of partial flooding of the unit, within inclination limits referred in Clause 5.

The essential services for safety of personnel and unit including generators, switchgear, motors and associated controlgear for such services should be located above the worst damage waterline and be readily accessible.

### 4.2 Rotating machines

Rotating machines shall be installed to minimise the effects of motion. The design of bearings of all machines and the arrangement for their lubrication shall be adequate to withstand the motions encountered in heavy weather and operation for prolonged periods at the list and trim specified in Clause 5 without the spillage of oil.

### 4.3 Conductors, equipment and apparatus

Conductors, equipment and apparatus shall be placed at such a distance from each magnetic compass or shall be so disposed that the interfering external magnetic field is negligible; that is, the total singular deviation shall not exceed 30 min when any combination of circuits is switched on and off.

### 4.4 Main switchboards

The main switchboard shall be subdivided into at least two parts. The subdivision may be effected by removable links, circuit-breakers or other suitable means so that the main generators and any supplies to duplicated services which are directly connected to the busbars are, as far as is practicable, equally divided between the sections.

#### 4.5 Axes of rotation

For units where the requirements to dynamic conditions, as specified in 5.5 apply, horizontal rotation machines shall to the extent possible be installed preferably with the shaft in the fore-and-aft direction. Where a machine is installed athwartship, it shall be ensured that the design of the bearings and the arrangements for lubrication are satisfactory to withstand the rolling specified in Clause 5. The manufacturer shall be informed when a machine for installation athwartship is ordered.

### 5 Limits of inclination of the unit

#### 5.1 Authority requirement

Dependent upon the outcome of all studies relevant to the intact and damaged stability of the unit, the appropriate authority may require or permit deviations from the angles stated in 5.2, 5.3 and 5.4.

#### 5.2 Machines, equipment and apparatus – General

All machines, equipment and apparatus shall operate satisfactorily under all conditions with the unit upright and when inclined up to the following angles from the normal:

- for column stabilized units, 15° in any direction;
- for self-elevating units, 10° in any direction;
- for surface units, 15° either way in list and simultaneously trimmed 5° by the bow or stern.

#### 5.3 Propulsion machinery

Main propulsion machinery and all auxiliary machinery essential to the propulsion and safety of the mobile unit shall be capable of operating under the static conditions specified in 5.2 and the following dynamic conditions:

- for column stabilized units, 22° 30' in any direction;
- for self-elevating units, 15° in any direction;
- for surface units, 22° 30' rolling and simultaneously pitching 7° 30' by the bow or stern.

#### 5.4 Emergency machinery

Emergency machines, equipment and apparatus fitted in accordance with requirements from the appropriate authority for emergency plant shall operate satisfactorily under all conditions with the unit upright and when inclined up to the following maximum angles from the normal:

- for column stabilized units, 25° in any direction;
- for self-elevating units, 15° in any direction;
- for surface units, 22° 30' about the longitudinal axis and/or when inclined 10° about the transverse axis.

#### 5.5 Dynamic condition

Where required by the appropriate authority, dynamic condition limits shall apply as follows:

- rotation about fore-and-aft axis (rolling),  $\pm 22^\circ 30'$ ;
- rotation about athwartship (pitching),  $\pm 7^\circ 30'$ .

NOTE These motions can occur simultaneously.

## **6 Bilge pumps**

### **6.1 Power supply**

Motors of permanently installed emergency bilge pumps, if any, shall be connected to an emergency switchboard.

### **6.2 Cables and cable connections**

Cables and their connections to submersible pumps shall be capable of operating under a head of water equal to their distance below the worst damaged condition waterline. The cables shall either be armoured or mechanically protected by other means and shall not be installed within the assumed extent of damage. They shall be installed in continuous lengths from above the worst damaged condition waterline to the motor terminals, entering the air-bell from its underside.

### **6.3 Location of starting arrangement**

Under all circumstances it shall be possible to start the motor of a permanently installed bilge pump from a convenient point above the worst damaged condition waterline and in a space not within the assumed extent of damage.

NOTE Information regarding the worst damaged condition waterline and the spaces within the assumed extent of damage is given in IMO requirements, for example in the MODU Code.

## **7 Navigation lights**

### **7.1 General**

Except when a unit is stationary and engaged in operations, IMO 904E applies.

### **7.2 Navigation lights when in operation**

When a unit is stationary and engaged in operations, attention is drawn to the requirements for the safety of navigation of the coastal state in whose territorial sea or on whose continental shelf the unit is operating.

Unless otherwise required for the obstruction lighting by national authorities, the lighting is to be in accordance with IALA Recommendation O-1239.

### **7.3 Steaming lights**

All units shall be provided with "steaming lights" which comprise masthead, side, stern, anchor, not-under-command and, if applicable, special-purpose lights. The construction and installation of navigation lights shall be to the satisfaction of the appropriate authority.

### **7.4 Collision regulations**

Attention is drawn to the collision regulations in relation to the provision of primary and alternative lanterns for each of the navigation lights.

### **7.5 Power supply and monitoring systems**

The following electrical arrangements relate only to the navigation lights referred to in 7.3 and 7.4.

- Each light shall be connected by a separate cable to a distribution board reserved solely for navigation lights, fitted in an accessible place under the control of watchkeeping personnel.

- There shall be two separate power supply systems to the distribution board, one being from the main switchboard and one from the emergency switchboard. Where a transitional source of emergency power is required by the Safety of Life at Sea (SOLAS) Convention, the arrangements shall enable the lights to be supplied from this source in addition to the emergency switchboard. An alarm shall be activated in the event of failure of a power supply to the distribution board.
- As far as practicable, the arrangements should be such that a fire, a fault or mechanical damage at any one point will not render both systems inoperative. It is, however, accepted that the systems must come together at some point where the changeover can be performed. This should, preferably, be at or near to the distribution board.
- Each light shall be controlled and protected in each insulated pole by a switch and fuse or by a circuit-breaker mounted in the distribution board.
- Each light shall be provided with an automatic indicator to give an acoustic and/or optical alarm in the event of complete extinction of the light. If an optical signal is used, which is connected in series with the steaming light, means to prevent failure of the indicator extinguishing the steaming light shall be provided. If an acoustic device alone is used it shall be connected to an independent source of supply, for example a battery, and provision shall be made for testing this supply.

The use of junction boxes in navigation light circuits, other than those provided for connecting the lanterns to the fixed wiring of the electrical installation, should be avoided. Cables for different circuits should not use the same junction box.

## 7.6 Special requirements for lights using LEDs

The luminous intensity of LEDs gradually decreases while the electricity consumption remains unchanged. The rate of decrease of luminous intensity depends on the output of LEDs and temperatures of LEDs. To prevent shortage of luminous intensity of LEDs, one of the following solutions shall be used:

- An alarm function shall be activated to notify the Officer of the Watch that the luminous intensity of the light reduces below the level required by COLREGs; or
- LEDs shall only be used within the lifespan (practical term of validity) specified by the manufacturer to maintain the necessary luminous intensity of LEDs. The lifespan of LEDs should be determined and clearly notified by the manufacturer based on the appropriate test results on the decrease of luminous intensity of the LEDs under various temperature conditions and on the temperature condition of LEDs in the light during operation, taking the appropriate margin into account.

The manufacturer of the navigation light should give information regarding detection of low illumination intensity.

## 8 Steering gear

### 8.1 Power operated steering gear

**8.1.1** Electric and/or electrohydraulic steering gear shall be used for the power-operated main and auxiliary steering gear required by the appropriate authorities.

**8.1.2** The electrical systems of the main steering gear and auxiliary steering gear shall be so arranged that any failure in one of the steering gears will not render inoperative the electrical systems of the other steering gear.

When an auxiliary steering gear is not required by the appropriate authorities and the main steering gear comprises two or more power units, the electrical system for each power unit shall be so arranged that the failure of one of them will not render the other units inoperative.

## 8.2 Motors

**8.2.1** To determine the required characteristics of the electric motors for power units, the breakaway torque and maximum working torque of the steering gear under all operating conditions shall be used. The ratio of pull-out torque to rated torque shall be at least 1,6.

**8.2.2** The rating shall be determined on the basis of the steering gear characteristics of the subject unit as specified in 8.2.3 and 8.2.4.

Motors for steering gear power units may be rated for intermittent power demand.

**8.2.3** For motors of electric steering gear power units the rating shall be as follows:

S3 – 40 % in accordance with IEC 60034-1.

**8.2.4** For motors of electrohydraulic steering gear power units and for converters, the rating shall be as follows:

S6 – 25 % in accordance with IEC 60034-1.

## 8.3 Motor starters

Each electric motor of a main or auxiliary steering gear power unit shall be provided with its own separate motor starter gear, either located within the steering gear compartment or in the supply switchboard rooms (see 8.1.2).

## 8.4 Power circuits supply

**8.4.1** Each electric or electrohydraulic steering gear comprising one or more power units should, except as otherwise permitted by the appropriate authorities, be served by at least two exclusive circuits, one fed directly from the main switchboard and one of the circuits shall be supplied through the emergency switchboard.

An auxiliary electric or electrohydraulic steering gear associated with a main electric or electrohydraulic steering gear may be connected to one of the circuits supplying the main steering gear.

The power supply system should be an IT system. For further information regarding IT systems, see IEC 61892-2.

**8.4.2** The circuits supplying an electric or electrohydraulic steering gear shall have a continuous rating for supplying all electric motors and devices which can be simultaneously connected to them and may be required to operate simultaneously.

**8.4.3** For certain units specified by the appropriate authorities, an alternative power supply from the emergency source of electrical power or from an independent source of power located within the steering gear compartment, is required.

This power supply shall be activated automatically, within 45 s, in the event of power failure of the main source(s) of electrical power and shall meet the requirements of the appropriate authorities.

## 8.5 Supply of control circuits and control systems

**8.5.1** Each control for starting and stopping of motors for power units shall be served by its own control circuit supplied from its respective power circuit.

**8.5.2** Any electrical main and auxiliary steering gear control system shall be served by its own separate circuit supplied from a steering gear power circuit from a point within the steering gear compartment, or directly from switchboard busbars supplying that steering gear power circuit at a point on the switchboard adjacent to the supply to the steering gear power circuit.

## **8.6 Circuit protection**

**8.6.1** Short circuit protection shall be provided for each control circuit and each power circuit of electric or electrohydraulic main and auxiliary steering gear.

**8.6.2** No protection other than short circuit protection shall be provided for steering gear control system supply circuits.

**8.6.3** Protection against excess current, if provided for power circuits, shall be for not less than twice the full load current of the motor or circuit so protected, and shall be arranged to permit the passage of the appropriate starting currents.

## **8.7 Starting and stopping of motors for steering gear power units**

**8.7.1** Motors for power units shall be capable of being started and stopped from a position on the navigating bridge and from a point within the steering gear compartment.

Means shall be provided at the position of the motor starters for isolating any remote controlled starting and stopping devices.

**8.7.2** Main and auxiliary steering gear power units shall be arranged to restart automatically when power is restored after a power failure.

## **8.8 Steering gear control systems**

**8.8.1** For the main steering gear, control for the steering gear shall be provided both on the navigating bridge and in the steering gear compartment.

**8.8.2** For the power operated auxiliary steering gear, control for steering gear shall be provided in the steering gear compartment and it shall also be operable from the navigating bridge and shall be independent of the control system for the main steering gear.

**8.8.3** When, in accordance with the appropriate authorities, an auxiliary steering gear is not installed and the main steering gear comprises two or more identical power units, two independent control systems shall be provided, both operable from the navigating bridge and the steering gear compartment.

NOTE This does not require duplication of the steering wheel or steering lever.

Where the control system includes a hydraulic telemotor, a second independent control system need not be fitted, except where specified by the appropriate authorities.

**8.8.4** The steering gear control system provided in accordance with 8.8.1, 8.8.2 and 8.8.3 shall be capable of being brought into operation from a position on the navigating bridge.

**8.8.5** For a steering gear control system operable from the navigation bridge, means shall be provided in the steering gear compartment for isolating any control system from the steering gear it serves.

## 8.9 Alarms and indications

**8.9.1** Means for indicating that the motors of electric and electrohydraulic steering gear are running shall be installed on the navigating bridge and at a suitable main machinery control position.

**8.9.2** Overload alarms shall be provided for motors of power units for all main and auxiliary steering gear.

**8.9.3** Where a three-phase power supply is used, an alarm shall be provided that will indicate failure of any one of the supply phases.

**8.9.4** In the event of a power failure to any one of the steering gear power units, an alarm shall be given.

**8.9.5** In the event of a power failure of electrical power supply to the control system, an alarm shall be given.

**8.9.6** A low level alarm for each hydraulic fluid reservoir shall be provided to give the earliest practicable indication of hydraulic fluid leakage.

**8.9.7** The alarms specified in 8.9.2 to 8.9.6 shall be both audible and visual and should be located as indicated in 8.9.1 and as specified by the appropriate authorities.

## 8.10 Rudder angle indication

The angular position of the rudder shall be indicated on the navigating bridge. The rudder angle indication system shall be independent of the steering gear power and control systems and be supplied either through the emergency switchboard or by an alternative independent source of electric power.

The angular position of the rudder should be recognizable, in accordance with the appropriate authorities, in the steering gear compartment. The indication need not be electrical.

## 8.11 Separation of circuits

Duplicated electric power circuits and their steering gear control systems with their associated components should be separated as far as practicable.

The corresponding cables should follow different routes, which should be separated both vertically and horizontally, as far as practicable, throughout their entire length.

## 8.12 Communication between navigating bridge and steering gear compartment

A means of communication shall be provided between the navigating bridge and the steering gear compartment.

If electrical, it shall be fed through the emergency switchboard; if not, it shall be sound-powered.

# 9 Electric propulsion

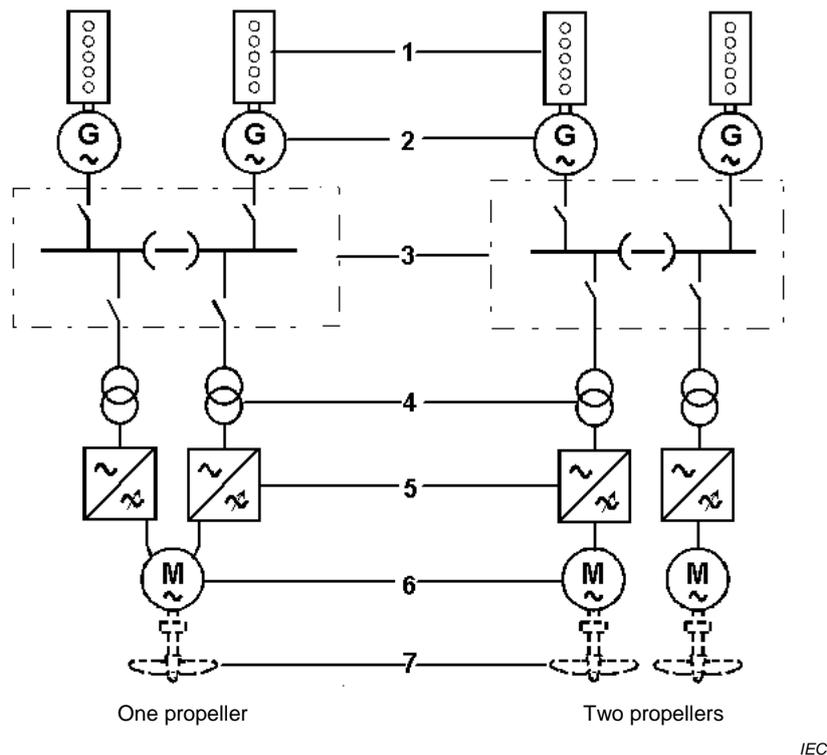
## 9.1 General

A typical electrical propulsion system consists of the following hardware components:

- propulsion generators;

- switchboard;
- transformers to convert the ships voltage to the converter voltage;
- converter to supply the electric motor;
- control system;
- propulsion motor.

A typical configuration of the hardware components is shown in Figure 1.



#### Key

- |                        |                          |             |
|------------------------|--------------------------|-------------|
| 1 Main engine          | 4 Propulsion transformer | 7 Propeller |
| 2 Propulsion generator | 5 Propulsion converter   |             |
| 3 Switchboard          | 6 Propulsion motor       |             |

**Figure 1 – Typical equipment (configuration) for unit with one or two propellers**

Requirements applicable to propulsion systems may also be applicable to other consumers directly connected to the main electric propulsion system, the functioning of which may influence the propulsion or manoeuvrability of the unit.

For semiconductor converters, reference shall be made to IEC 61892-3 and IEC 61892-6.

## 9.2 General requirements

### 9.2.1 Torque and critical speeds

**9.2.1.1** The normal torque available in the propulsion motors for manoeuvring shall be such as to enable the unit to be stopped or reversed, when the unit is travelling at its maximum service speed, in a time to be agreed between the builder and the manufacturers of the electrical propulsion equipment. This time shall be based on the estimated torque-speed characteristics of the propeller during manoeuvring and on other necessary characteristics supplied to the manufacturers of the electrical systems.

In case of abrupt stop (crash stop), control strategy for azimuth, fixed pitch and controllable pitch will vary and will be subject for agreement between manufacturer and purchaser.

**9.2.1.2** Adequate torque margin shall be provided in AC propulsion systems to guard against the motor pulling out of synchronism during rough weather, and on a multiple screw unit when turning, based on the information provided regarding propeller and unit characteristics.

**9.2.1.3** In order to prevent excessive torsional stresses and torsional vibrations of excessive magnitude, careful consideration shall be given to co-ordination of the mass constants and the elasticity constants of the entire propulsion system, and electrical characteristics in the system.

**9.2.1.4** The entire system, *inter alia*, includes prime movers, generators, converters, exciters, motors, slip couplings, gearing, shafting and propellers.

**9.2.1.5** The electrical system shall be stable under all operating conditions, due regard being paid to switching transients, system recovery after fault and/or maloperation. Operation of the protection equipment shall also be reviewed under these conditions.

Where generating sets also supply power to services other than propulsion, consideration should be given to the starting requirements of AC propulsion machines, such that this should be achieved within the limits of voltage and frequency transient values.

Where generating sets also supply power to services other than propulsion, consideration should be paid to the priority of the consumers. Power management systems should be taken into consideration.

## **9.2.2 Lubrication**

The lubrication of the bearings of propulsion motors, gearing and shafting shall be effective at all normal speeds from creep speeds upwards either ahead or astern.

The shafts and bearings shall not be damaged by slow rotation, whether or not electrical power is applied to the motor or whether or not such rotation is induced by the propeller, and under all predictable oil temperature conditions.

Where propeller motors can generate voltage due to rotation induced by the propeller, measures should be taken to avoid disturbances or damage of components and systems.

## **9.2.3 Prime movers**

**9.2.3.1** Prime movers of any type shall be provided with a governor capable of maintaining the pre-set steady speed within a range not exceeding 5 % of the rated full-load speed for load changes from full-load to no-load.

Where the speed control of the propeller requires speed variation of the prime mover, the governor shall be provided with means for local manual control as well as for remote control.

In case of parallel operation of generators, the governing system shall permit stable operation to be maintained over the entire operational speed range of the prime movers.

**9.2.3.2** The prime mover rated power in conjunction with its overloading and load build-up capabilities shall supply the power needed during transitional changes in operating conditions of the electrical equipment due to manoeuvring and sea and weather conditions.

With respect to the above, special attention should be paid to diesel engines equipped with an exhaust gas-driven turbine blower for supercharging.

**9.2.3.3** When manoeuvring from full propeller speed ahead to full propeller speed astern with the unit making full way ahead, the prime mover shall be capable of absorbing a portion of the regenerated power without tripping due to overspeed. Alternatively, the amount of regenerated power may be limited by the action of the control system.

Consideration should be given to absorbing and reusing the braking power in the ship's network.

The setting of the overspeed trip device shall be in accordance with the requirements of the appropriate authority and the amount of the regenerated power to be absorbed agreed to by the electrical and mechanical machinery manufacturers.

Means external to the mechanical and electrical rotating machinery should be provided in the form of phantom or dynamic braking resistors, or ballast consumers to absorb excess amounts of regenerated energy and to retard the speed of rotation of the propulsion motor.

### **9.3 Electromagnetic compatibility (EMC) and harmonic distortion**

#### **9.3.1 General**

Propulsion systems shall comply with performance criterion A of IEC 61000-6-2:2005. This means no degradation of performance or loss of function is allowed during normal operation.

#### **9.3.2 Total harmonic distortion, THD**

Equipment producing transient voltage, frequency and current variations is not to cause malfunction of other equipment on board, neither by conduction, induction or radiation.

The design shall take into account that propulsion converters create interferences within the propulsion network.

For separated propulsion network, the total harmonic distortion (THD) value of the voltage shall not exceed 10 %. All network connected equipment shall be designed to withstand this high level of THD or necessary filters shall be added. If the propulsion network and the unit's network are directly connected, the THD value of the voltage shall not exceed the values stated in IEC 61892-1.

The design of cabling and cables, transformers, protection devices etc. shall take into account the high level of harmonic currents caused by the converter system.

#### **9.3.3 Radio frequency interference**

If converters for propulsion plants are placed in separate rooms or cabinets, the maximum values for emissions are valid only outside these rooms or cabinets. The immunity requirements of the propulsion converter shall comply with at least the requirements for all other equipment on board.

Conducted and radiated emissions leaving the converter cabinet or room shall be reduced to a system-compatible level.

### **9.4 Harmonic filtering**

Line filters can be used to ensure the required harmonic distortion in the mains at any step of propulsion.

Each individual filter circuit shall be protected against overcurrents and short circuit currents. The fuses in filter circuits shall be monitored.

Using line filters, the filter layout shall be designed for any conceivable line configuration. In particular, self-resonance shall be excluded under any load condition and all generator combinations.

In the case of several parallel filter circuits, the current symmetry shall be monitored. An asymmetrical current distribution in the individual filter circuits and the failure of one filter shall be alarmed.

The additional heating caused by total harmonic distortion shall be taken into account during the temperature rise test.

## **9.5 Generators, motors, semiconductor converters and electric slip-couplings**

### **9.5.1 Machine and equipment temperature and ventilation**

**9.5.1.1** When generators, motors or slip-couplings are fitted with an integral fan (see IEC 60034-6) and are operated at speeds below the rated speed with full-load torque, full-load current, full-load excitation, etc., temperature limits in accordance with IEC 60034-1 shall not be exceeded.

**9.5.1.2** The temperature of the cooling air of machines provided with forced air ventilation, air ducts or air filters shall be continuously monitored by means of direct reading thermometers which are readable from outside the machine and by a remote audible alarm actuated by suitable temperature detectors.

For machines with a closed circuit cooling method with a heat exchanger, the flow of primary and secondary coolants shall be monitored. Alternatively, monitoring of the winding temperature plus alarm may be accepted in lieu of flow alarm.

Consideration shall be given to the necessity of providing equipment for detecting leakage of cooling liquid in a machine enclosure and operating an associated alarm.

**9.5.1.3** Generators operating with semiconductor converters shall be designed for the expected harmonics of the system. A sufficient reserve shall be considered for the temperature rise, compared with sinusoidal load.

If semiconductor converters are fitted with forced-ventilation, monitoring means for the cooling system shall be provided.

In case of failure of the cooling system, an alarm shall be given and the current shall be reduced automatically. The alarm signal can be generated by the flow of the coolant, by the electrical supply to the ventilator or by the temperature of the electronic valves.

Override of the automatic reduction, if necessary, can be considered.

The normal procedure upon automatic reduction of power will be to reduce power to the drilling system and give full priority to power to the DP system, in order to avoid a drift off, which may cause a blow-out in worst case.

**9.5.1.4** Stator windings of AC machines and interpole windings of DC machines, rated above 500 kW, shall be provided with temperature sensors.

### **9.5.2 Accessibility and facilities for repair *in situ***

**9.5.2.1** For the purposes of inspection and repair, provision shall be made for access to the stator and rotor coils and for the withdrawal and replacement of field coils.

**9.5.2.2** Facilities shall be provided for supporting the shaft to permit inspection and withdrawal of bearings.

**9.5.2.3** Adequate access shall be provided to permit the resurfacing of commutators and slip-rings, as well as the renewal and bedding of brushes.

**9.5.2.4** Slip-couplings shall be designed to permit removal as a unit without axial displacement of the driving and driven shaft, and without removing the poles.

**9.5.2.5** Converters shall be easily accessible and arranged for quick repair and exchange of components.

### **9.5.3 Protection against moisture and condensate**

Effective means shall be provided in propulsion machines and converters to prevent accumulation of moisture and condensate, even if they are idle for appreciable periods (for example by means of space heaters).

### **9.5.4 Sudden short circuits**

AC machines shall be capable of withstanding a short circuit at their terminals under rated conditions without suffering damage.

### **9.5.5 Overspeed of propulsion motors**

The rotor of propulsion motors shall be capable of withstanding overspeeding up to the limit reached in accordance with the characteristics of the overspeed protection device at its normal operational setting.

### **9.5.6 Exciter sets**

The obtainable current and voltage of exciters and their supply shall be suitable for the output required during manoeuvring and overcurrent conditions including short circuit.

For this reason, attention shall be paid to the strength of shafts and couplings of rotating sets and the power of their driving machines.

### **9.5.7 Semiconductor converter design data**

**9.5.7.1** The following limiting repetitive peak voltages shall be used as a base for the semiconductor valve:

- when connected to a supply specifically for propeller drives,  $U_{RM} = 1,5 U_P$ ;
- when connected to a common main supply,  $U_{RM} = 1,8 U_P$ .

( $U_P$  is the peak value of the rated voltage at the input of the semiconductor converter.)

If the semiconductors are connected in series, the value mentioned above shall be increased by 10 %. Equal voltage distribution shall be ensured.

**9.5.7.2** When semiconductor converters are used, means shall be taken, where necessary, to limit the effect of disturbances, both to the system and to other semiconductor converters. The following are examples of items that should be considered in relation to limiting the effect of disturbances:

- converters when connected to the same busbar system;
- commutation reactance which, if insufficient, may result in voltage distortion adversely affecting other consumers on the system;
- the relation between the system subtransient reactance and the converter;
- commutation reactance: unsuitable matching may result in the production of voltage harmonics which could cause overheating of other consumers;
- any adverse effect of converters on the commutation of DC machines;

- any adverse effect, in the regenerating mode, if voltage drops on inverter operation;
- interference from high frequency noise.

When filter circuits and capacitors are used for reactive current compensation, the following items should be considered:

- any adverse effect of frequency variation on the r.m.s. and peak values of the system voltage;
- any adverse effect on the voltage regulation of generators.

**9.5.7.3** The following protection of converters shall be provided:

- overvoltage in a supply system to which converters are connected shall be limited by suitable devices to prevent damage. Protective fuses for these devices shall be monitored. A suitable control shall ensure that the permissible current of semiconductor elements cannot be exceeded during normal operation;
- short circuit currents shall be limited by specially adapted fuses or by other protective means suitable for safe disconnect of converter. These semiconductor protective fuses shall be monitored. In case of fuse operation, the respective part of the plant shall be taken out of operation;
- fuses in filter circuits shall be monitored.

Consideration should be given to include excessive current ripple in the scheme of protection.

## **9.6 Protection against moisture and condensation**

Effective means, for example space heaters or air dryers, shall be provided in motors, generators, converters, transformers and switchboards to prevent accumulation of moisture and condensate, even if they are idle for appreciable periods. Propulsion motors shall be equipped with an electric heating designed to maintain the temperature inside the machine at about 3 K above ambient temperature.

## **9.7 Controlgear**

### **9.7.1 Location of manoeuvring controls**

The main propulsion manoeuvring controls shall be located at a convenient place.

Whenever control outside the engine room is applied, an arrangement shall be provided whereby the propulsion plant can also be controlled from the engine room, or control room.

In systems equipped with variable pitch propellers, pitch indication should be integrated in the main control station.

### **9.7.2 Engine order systems**

Engine order systems shall be provided on self-propelled units.

Engine order telegraph systems or other means of engine order systems in accordance with the appropriate authorities can be considered.

### **9.7.3 Operation of manoeuvring controls**

Either manual operation or operation with the aid of power or a combination of both shall be used.

In the case of manual operation, all manoeuvring switches, field-regulators and controllers shall be operable without undue effort.

If failure of power supply occurs in systems with power-aided control (e.g. with electric, pneumatic or hydraulic aid), it shall be possible to restore control in a short time.

Where it is not possible to revert to full manual control in emergencies, consideration should be given to providing redundancy in equipment to enable a sufficient degree of control to be applied to ensure safety of the installation.

When two or more control stations are provided outside the engine room, a selector switch or other means shall be provided for transferring the manoeuvring controls to the designated station.

Indication of which control station is in command shall be provided at the selector switch and at each control station. Simultaneous control from more than one control station shall not be possible.

Except for systems in which the control levers are electrically or mechanically interconnected in such a manner that each lever will be set to the same position, the changing of the control station shall be possible only when the control levers of the station in command and the incoming station are in the same position or when an acceptance signal set by the desired station is received. The control equipment shall be so arranged that in case of damage to the equipment outside the engine room, control can always be executed from the engine room or the engine control room manoeuvring control stations.

It is recommended that failure of power aid, when used, shall if possible not result in an interruption of the power to the propulsion shaft, but be indicated by an alarm.

In systems where remote control of the propeller(s) is by control of the prime mover speed or propeller pitch, control is also to be provided for use in emergencies.

#### **9.7.4 Interlocking of the means of control**

All control means for operating prime movers, set-up switches, contactors, field switches, etc., shall be interlocked to prevent their incorrect operation.

Access doors for switchgear and controlgear shall be locked to prevent access while equipment is energised, and shall be provided with a key available only to competent personnel.

### **9.8 Cables and wiring**

#### **9.8.1 Conductors**

The conductors of cables external to the components of the propulsion plant, other than cables and interconnecting wiring for computers, data loggers or other automation equipment requiring currents of very small value, shall consist of not less than seven strands and have a cross-sectional area of not less than 1 mm<sup>2</sup>.

#### **9.8.2 Internal wiring**

Internal wiring in main control gear, including switchboard wiring, shall be of flame retardant quality in accordance with IEC 60332-1-2 and 60332-3-22.

Consideration should be given to the use of halogen free material making reference for example to IEC 61892-4.

#### **9.8.3 Bus-bars**

Bus-bar systems for power transport shall be either designed for lifelong operation with limited possibility for maintenance, or all joints shall be accessible for inspection and maintenance.

## **9.9 Main and control circuits**

### **9.9.1 Control**

Computer based systems shall be designed and tested in accordance with IEC 60092-504.

### **9.9.2 Power management system**

In addition to the requirements described in IEC 60092-504, the following requirements shall apply:

For power supply with generators operating in parallel, there shall be a device/computer program for automatic power management, which will ensure adequate power generation, even in transit/manoeuvre. Automatic load based disconnection of diesel generators in manoeuvre mode is forbidden.

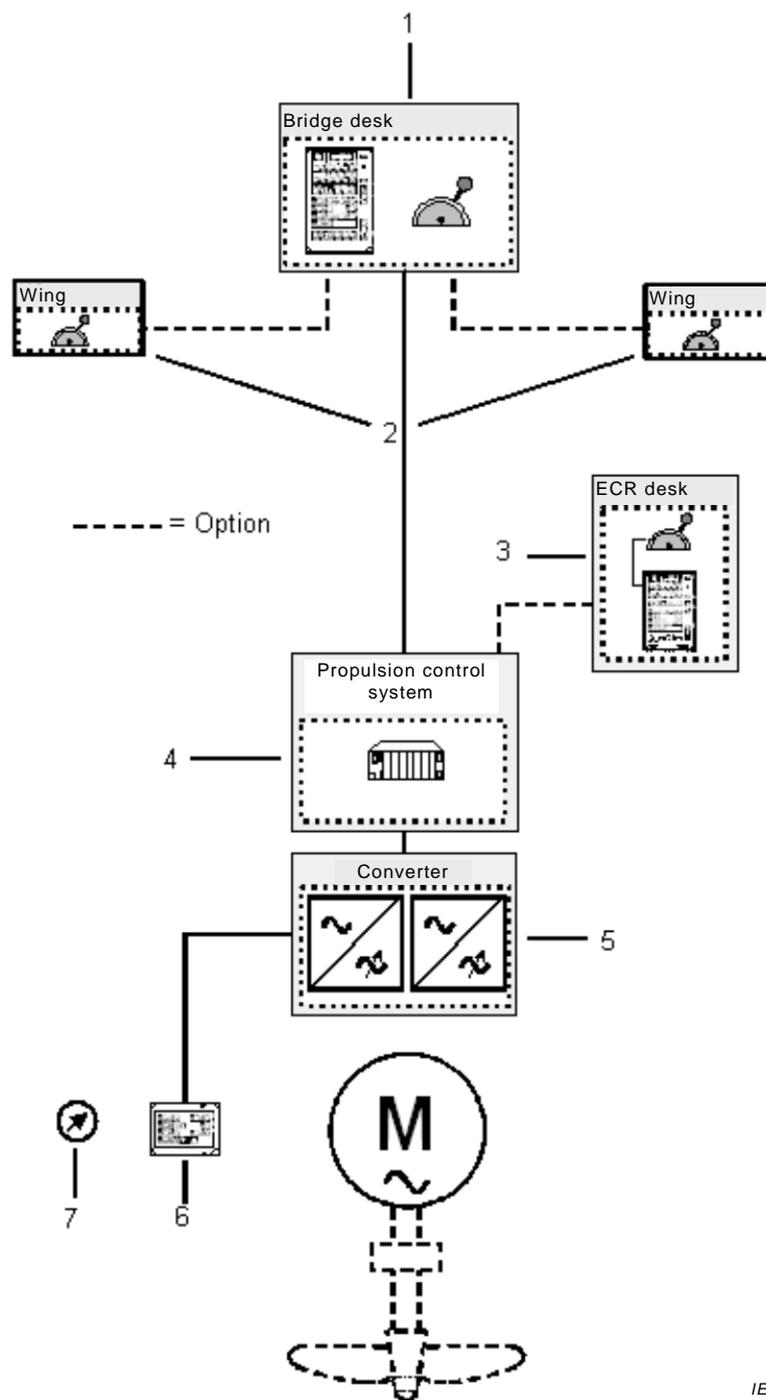
In case of under-frequency of the supplying mains, overcurrent, overload or reverse power of the propulsion generators or overcurrent of large feeders, the power management system shall take necessary actions to ensure power to the propulsion system.

If generators are running in parallel and one of them is tripping, the power supply system shall be provided with suitable means of load reductions to protect the remaining generators against unacceptable load steps. The same requirement applies to bus tie breakers.

Although tripping of the bus tie breaker might not lead to any malfunction of the system, it is not necessary that the system remains in the automatic mode if the supply system is split.

Any loss of automatic function shall be alarmed.

See Figure 2.

**Key**

- |                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| 1 Bridge desk                    | 5 Converters          |
| 2 Wing                           | 6 Local control panel |
| 3 Engine control room (ECR) desk | 7 Telegraph receiver  |
| 4 Propulsion control system      |                       |

**Figure 2 – Typical control configuration****9.9.3 Circuitry and components**

**9.9.3.1** Systems having two or more propulsion generators, two or more semiconductor converters or two or more motors on one propeller shaft shall be so arranged that any unit can be taken out of service and disconnected electrically.

**9.9.3.2** If a propulsion system contains only one generator and one motor and cannot be connected to another propulsion system, more than one exciter set should be provided for each machine. However, this is not necessary for self-excited generators or for multi-propeller propulsion units where any additional exciter set can be common for the unit.

**9.9.3.3** Every exciter set shall be supplied by a separate feeder.

**9.9.3.4** Field circuits shall be provided with means for suppressing voltage rise when a field switch is opened.

**9.9.3.5** If a service generator is also used for propulsion purposes, other than for boosting the propulsion power, the components then being part of the propulsion circuit shall conform to the requirements of this standard.

**9.9.3.6** In regulation systems with feedback control, special consideration shall be given to ensure a high degree of reliability.

**9.9.3.7** The design of the circuitry and components shall be such that failure of a control signal shall not cause an excessive increase in propeller speed.

The reference value transmitter in the control equipment shall be so designed that any defect in the desired value transmitters or in the cables between the control station and the propulsion system shall not cause a substantial increase in the propeller speed.

**9.9.3.8** It shall only be possible to start the engines when the control lever is in zero position and the plant is ready for operation.

Changing of manoeuvring responsibility should be possible without substantial change in propeller speed or direction or pitch as appropriate.

**9.9.3.9** Each control station shall have an emergency stop device which is independent of the control lever.

## **9.10 Protection of the system**

### **9.10.1 Protection**

**9.10.1.1** Overcurrent protection devices, if any, in the main circuits shall be set sufficiently high so that there is no possibility of their operating due to the overcurrent caused by manoeuvring or normal operation in heavy seas or in floating broken ice.

**9.10.1.2** In excitation circuits, no overload protection shall cause the opening of the circuit.

**9.10.1.3** Means shall be provided for selective tripping or rapid reduction of the magnetic fluxes of the generators and motors to ensure that overcurrents do not reach values which may endanger the plant.

**9.10.1.4** Means for earth leakage detection shall be provided for main propulsion circuits, and shall be arranged to operate an alarm upon the occurrence of an earth fault. When the fault current flowing is liable to cause damage, tripping arrangements shall be provided.

Means should be provided for earth leakage detection in the excitation circuits of propulsion machines but may be omitted in circuits of brushless excitation systems and of machines rated up to 500 kW.

**9.10.1.5** Semiconductor elements in semiconductor converters shall have fuse protection or be suitably protected by other means.

**9.10.1.6** If there is a possibility of blocking the propeller (for example during ice-breaking conditions) a protection against damage of the propulsion plant shall be provided.

## 9.10.2 Instrumentation

### 9.10.2.1 General

At least the following instruments, in addition to those required in IEC 61892-3, shall be provided and mounted in the main control assembly or any other suitable location.

Attention should be paid to the effect of regenerated power on wattmeters and ammeters as the value may exceed those assumed in IEC 61892-3.

Consideration should be given to providing local indication of bearing temperature where machines have oil lubrication.

NOTE A proposal for alarm matrix is provided in IEC 60092-501:2013, Annex A.

### 9.10.2.2 AC propulsion systems

For each propulsion generator the following instrumentation shall be provided:

- ammeter for measuring each phase;
- voltmeter for measuring each phase;
- three-phase wattmeter;
- tachometer or frequency meter.

When the rated power of semiconductors is a substantial part of the rated power of the generators, the voltmeters of the generator(s) should display the arithmetical mean value of the voltage.

Alternatively for multi-generator systems, switched voltmeters and frequency meters may be used. A power factor meter or a kilovarmeter or a field ammeter will also be required if generators are to be operated in parallel.

For propulsion generators rated above 500 kW, the following instrumentation shall be provided:

- a temperature indicator for reading directly the temperature of the stator windings.

For propulsion motors fed from the main electrical system, the following instrumentation shall be provided:

- an ammeter for the main current of each motor and an ammeter for the field current of each synchronous motor.

For propulsion motors rated above 500 kW, the following instrumentation shall be provided:

- a temperature indicator for reading directly the temperature of the motor windings.

For each propeller shaft the following instrumentation shall be provided:

- a speed indicator.

For converters applying parallel connection of bridges of semiconductors, an ammeter may be used for each bridge of semiconductors. This will normally have to be agreed between the manufacturer and user.

**9.10.2.3** When two or more control stations are provided for variable speed propellers, a propeller speed indicator shall be provided at each control station.

**9.10.2.4** Where control outside the engine room is used, instruments giving the necessary information on the main electric propulsion system shall be installed at the convenient location near such a station.

**9.10.2.5** The control station of the propulsion system shall have at least the following indications for each propeller:

- ready for operation – power circuits and necessary auxiliaries are in operation;
- faulty – propeller is not controllable;
- power limitation – in case of disturbance, for example in the ventilators for propulsion motors, in the converters, cooling water supply or load limitation of the generators.

See also 9.2.

### 9.11 Propulsion transformers

Transformers and reactors shall be in accordance with IEC 61892-3 and power transformers in accordance with IEC 61378-1 and the IEC 60076 series.

Reinforced insulation and adequate temperature rise margin should be considered for all high voltage transformers to reduce occurrence of fault.

Further requirements are given in IEC 60092-501:2013, Clause 9.

### 9.12 Testing

The standard tests for individual items of equipment shall be carried out as specified in IEC 61892-6.

As far as practicable, all standard acceptance tests should be carried out at the manufacturer's works.

The dock and sea trial test should be carried out including duration runs and manoeuvring tests. These should include a reversal of the unit from full speed ahead to full speed astern, tests for operation of all protective devices and stability tests for control. All tests necessary to demonstrate that each item of plant and the system as a whole are satisfactory for duty, should be performed. Immediately prior to and after trials the insulation resistance should be measured and recorded.

## 10 Dynamic positioning

The provisions in the IMO Guidelines for vessels with dynamic positioning systems (see IMO/MSC/Circ. 645, Annex) shall be consulted.

IMO has established guidelines for equipment levels and redundancy on DP-vessels. There are three equipment levels, denoted as equipment classes 1, 2 and 3. The class of vessel required for a particular operation should be determined on the basis of a risk analysis into the consequences of a loss of position:

- Equipment class 1: loss of position may occur in the event of a single fault;
- Equipment class 2: loss of position is not to occur in the event of a single fault in any active component or system;
- Equipment class 3: redundancy of all components and physical separation of the components against compartment fire or flood.

In order to verify the performance of the DP system integrated in the total control system of the unit, an enhanced system verification test can be carried out. See Annex A for further details.

## 11 Ballast systems

### 11.1 General

Units shall be provided with an efficient pumping system capable of ballasting and deballasting any ballast tank under normal operating and transit conditions.

On self-elevating units, ballast systems may not be required.

### 11.2 Ballast pumps

**11.2.1** Motors of ballast pumps shall be capable of connection to an emergency switchboard.

**11.2.2** The ballast system shall be capable of operation after the loss of any single component in the power supply system.

**11.2.3** The ballast system shall still be capable of operation when the unit is

- under the inclination expected in the operational condition as stated in Clause 5; and
- powered via the emergency switchboard, with the unit in the “damaged condition” specified by the appropriate authority.

### 11.3 Control and indicating systems

**11.3.1** A central ballast control station shall be provided. It shall be located above the worst damage waterline and adequately protected from the weather. It shall be provided with the following control and indicating system where applicable:

- a) ballast pump control system;
- b) ballast pump status-indicating system;
- c) ballast valve control system;
- d) ballast valve position-indicating system;
- e) tank level indicating system;
- f) draught indicating system;
- g) heel and trim indicators;
- h) power availability-indicating system (main and emergency);
- i) ballast system hydraulic/pneumatic pressure-indicating system;
- j) bilge pump and valves control & status indication;
- k) watertight doors, VAC ducts WT dampers, WT hatches control and position indication;
- l) anchor chain tension indication;
- m) process and utilities cooling sea water lift pumps, control and status indication, sea chest valves for pumps above, control and indication.

**11.3.2** In addition to remote control of the ballast pumps and valves from the central ballast control station, all ballast pumps and valves shall be fitted with independent local control operable in the event of remote control failure. The independent local control of each ballast pump and of its associated ballast tank valves shall be in the same location.

**11.3.3** The control and indicating systems listed in 11.3.1 shall function independently of one another, or have sufficient redundancy, such that a failure in one system does not jeopardize the operation of any of the other systems.

**11.3.4** Each power-actuated ballast valve shall fail to the closed position upon loss of control power. Upon the reactivation of control power, each such valve shall remain closed until the ballast control operator resumes control of the reactivated system. The appropriate

authority may accept ballast valve arrangements that do not fail to the closed position upon loss of power, provided the appropriate authority is satisfied that the safety of the unit is not impaired.

**11.3.5** The tank level-indicating system specified in 11.3.1e) shall provide means to

- a) indicate liquid levels in all ballast tanks. A secondary means of determining levels in ballast tanks, which may be a sounding pipe, shall be provided. Tank level sensors shall not be situated in the tank suction lines;
- b) indicate liquid level in other tanks, such as fuel oil, fresh water, drilling water or liquid storage tanks, the filling or emptying of which, in the view of the appropriate authority, can affect the stability of the unit. Tank level sensors shall not be situated in the tank suction lines.

**11.3.6** The draught-indicating system specified in 11.3.1f) shall indicate the draught either at each corner of the unit or at a representative position as required by the appropriate authority.

Enclosures housing ballast system electrical components, the failure of which may cause unsafe operation of the ballast system upon liquid entry into the enclosure, shall have a minimum degree of protection as specified in IEC 61892-2.

**11.3.7** A means to indicate whether a valve is open or closed shall be provided at each location from which the valve can be controlled. The indicators shall rely on movement of the valve spindle.

**11.3.8** Means shall be provided at the central ballast control station to isolate or disconnect the ballast pump control and ballast valve control system from their sources of electrical, pneumatic or hydraulic power.

## **11.4 Internal communication**

A permanently installed means of communication, independent of the unit's main source of electrical power, shall be provided between the central ballast control station and spaces that contain ballast pumps or valves, or other spaces that may contain equipment necessary for the operation of the ballast system.

## **11.5 Protection against flooding**

**11.5.1** Each seawater inlet and discharge in space below the assigned load line shall be provided with a valve operable from an accessible position outside the space on the following units:

- a) all column-stabilized units;
- b) all other units where the space containing the valve is normally unattended and is not provided with high bilge water level detection.

**11.5.2** The control systems and indicators provided for watertight doors and hatch covers, shall be operable in both normal conditions and in the event of main power failure. Where stored energy is provided for this purpose, its capacity shall be to the satisfaction of the appropriate authority.

## **12 Jacking systems**

### **12.1 General**

The elevating system of self-elevating units is to be designed and constructed with sufficient redundancy so that upon failure of any one component in the jacking system, electric and

hydraulic power supply systems or control systems, the system shall be capable of continuing to jack or holding in place.

The jack or jacks acting on any leg should be capable of applying a load for which the leg has been designed.

## 12.2 Design

The system shall be designed so that overloading of the electrical components is avoided during all kinds of operations.

The electrical items to be considered in this respect include the following:

- motor controller;
- characteristic of electric motors;
- brake torque;
- interlock between electric motors and fixation rack system (if any).

The brakes shall engage automatically in the case of power supply failure to the lifting machinery.

## 12.3 Holding capacity

**12.3.1** For self-elevating units without a fixation rack system, the required holding capacity shall be based on the maximum load. The brake capacity (static friction torque) shall be not less than 1,3 times the maximum load, considering the mechanical efficiency of the drive gear.

**12.3.2** For self-elevating units with a fixation rack system the required holding capacity shall be based on the preload. The braking capacity (static friction torque) shall be not less than 1,2 times the preload, mechanical efficiency considered.

NOTE For self-elevating units without a fixation rack system, the maximum load is defined as the maximum reaction between a leg and the jacking machinery in a storm condition (maximum weight + storm reaction).

## 12.4 Electric motor capacity

**12.4.1** The capacity of the electric motor shall be sufficient for lifting requirements such as the following:

- lifting the platform with uneven load (but within approved tolerances) for a specific duration;
- lifting in preload, if specified, with a specific duration.

The friction between legs and guides as well as the efficiency of the gear transmissions are to be considered.

**12.4.2** The torque characteristics of electric motors shall be such that the motor is not able to damage any part in the transmission or pinion rack in the case of a mechanically blocked lifting system.

## 12.5 Control and monitoring

**12.5.1** Suitable monitoring of the system shall be provided at the controls for elevating operations. As appropriate, this monitoring is to indicate the availability of power, the position of the fixation rack system (yoke), out of level, electrical power of current motor running, and motor overload.

**12.5.2** For the purpose of load equalization between the jacking units, the unit torque (at the electric motor) shall be checked and adjusted if necessary. This shall be done after the lifting

of the platform and after being subject to weather conditions which may have altered the distribution.

NOTE This requirement does not apply if an automatic load control device is used.

## **12.6 Jacking gear motors and motor controller**

### **12.6.1 General**

Jacking gear motor installations shall be in accordance with IEC 61892-6, except for group motor installations, which shall be permitted as indicated in 12.6.2 to 12.6.5.

### **12.6.2 Group installation**

On each leg, two or more motors of any load may be connected to a single branch circuit.

### **12.6.3 Overcurrent protection**

The branch circuit shall be provided with short circuit protection set at not greater than ten times the sum of the full load currents of motors.

### **12.6.4 Running protection**

A visual and audible alarm shall be given at the jacking control station to indicate overload condition in any of the jacking motors.

### **12.6.5 Metering**

The monitoring of motor power specified in 12.5.1 need only monitor the branch circuit and not each individual motor.

## **12.7 Testing on board**

**12.7.1** The elevating machinery shall be function tested for at least one complete cycle of all the specified conditions given in 12.5.2 and with the full preload. During these tests all alarms, brake functions and interlocks given in 12.3.1 and 12.3.2, if any, shall be checked.

Shock pad deflections, electric motor input torque and speed and pinion-rack meshes shall be checked for all load conditions.

**12.7.2** After the lifting test, the brake torques shall be checked and adjusted if necessary.

## **13 Anchoring systems**

### **13.1 General**

Anchoring arrangements, where fitted as the sole means for position keeping, shall be provided with adequate factors of safety and be designed to maintain the unit on station in all design conditions. The arrangements shall be such that a failure of any single component shall not cause progressive failure of the remaining anchoring arrangements.

### **13.2 Anchoring arrangements**

**13.2.1** Each anchor windlass shall have its dedicated drive system, except for passive mooring systems, which may be provided with transportable drives serving several windlasses.

**13.2.2** Each anchor windlass shall have an independent control system, with power supplied by individual circuits without the use of common feeders or common protective devices.

**13.2.3** The design of the windlasses shall provide for adequate dynamic braking capacity to control normal combinations of loads from the anchor, anchor cable and anchor handling vessel during deployment of the anchors at the maximum design payout speed of the windlass.

**13.2.4** On loss of power supply to the windlasses, the power-operated braking system shall be automatically applied and be capable of holding against 50 % of the total static braking capacity of the windlass.

### **13.3 Control systems**

**13.3.1** Each windlass shall be capable of being controlled from a position which provides a good view of the operation.

NOTE This includes the anchor windlasses, fairleads, cables and anchor-handling vessels.

**13.3.2** Means shall be provided at each windlass control station to monitor cable tension and windlass power load and to indicate the amount of cable paid out.

**13.3.3** A manned control station shall be provided with means to indicate cable tensions and speed and direction of wind.

**13.3.4** Reliable means shall be provided to communicate between all locations critical to an anchoring operation.

**13.3.5** Local and remote means shall be provided to enable the anchors to be released from the unit after loss of main power.

**13.3.6** Circuits shall be arranged for automatic transfer in the event of failure of the normal control power supply, but need not be exclusive to the supply of the anchor operation control power.

**13.3.7** Operation of transfer arrangements shall not cause a power supply failure mode to be initiated.

### **13.4 Thruster-assisted anchoring systems (TA)**

Special consideration shall be given to arrangements where the anchoring systems provided are used in conjunction with thrusters to maintain the unit on station.

## **Annex A** (informative)

### **Enhanced system verification test (HIL test) for dynamic positioned mobile units**

#### **A.1 General**

Today's control systems are to a great extent integrated, such that a failure in one subsystem may have severe consequences for the safe operation of other systems. In order to investigate if, and how, failure in one system may have consequences for other systems an enhanced system verification test may be carried out. Such test is normally referred to as hardware-in-the-loop (HIL) test.

HIL testing of software-based control systems involves the use of simulator technology to verify the software functionality of the control systems that are essential for the offshore unit to conduct its operations in a safe and efficient manner. HIL testing consists of test activities conducted and documented by a competent independent third party company during the construction and maintenance of the offshore unit. The objective is to verify that the offshore unit is fit for purpose. The acceptance criteria of the testing shall be based on the requirements from the appropriate authority, client specifications, functional design specifications, and intended use of the offshore unit.

#### **A.2 Scope of HIL testing**

The scope of HIL testing shall be tailored to the essential functionality required for safe and efficient operation according to the intended use of the offshore unit.

As a minimum, the following functions or systems shall be considered essential and shall be subject to hardware-in-the-loop (HIL) simulator testing made, conducted and documented by a competent independent third party company.

Drilling units with dynamic positioning control system

- Power management system
- Steering, propulsion and thruster control system
- Heave compensated subsea crane control systems (if applicable)
- Drill floor and derrick machines control systems, typically drawworks/hoisting mechanism, heave compensators, top drive, pipe handling machines, anti-collision system and zone management.
- BOP control panel
- Drilling variable speed drive control systems (if relevant)
- Thruster assisted position mooring system (if applicable)
- Emergency disconnect system control panel (if applicable)

FPSO/FPU units with dynamic positioning control system

- Power management system
- Steering, propulsion and thruster control system
- Thruster assisted position mooring system (if applicable)

### **A.3 Schedule and work process**

HIL testing shall be conducted whenever an essential control system is commissioned or modified. This means that HIL testing shall be conducted as part of

- construction of the offshore unit (new build);
- retrofit of any of the essential control systems;
- major upgrades of any of the essential control systems, including software upgrades;
- periodically as part of relevant maintenance.

The HIL testing shall involve in-depth functional and failure testing conducted and documented by a competent independent third party at each system's Factory Acceptance Test (FAT) and during commissioning or sea trials (if applicable) for each of the systems in order to verify that the control system's software and hardware functionality perform correctly according to the following acceptance criteria:

- the requirements of the appropriate authority for the offshore unit;
- the client specifications;
- the functional design specifications for the offshore unit systems;
- the intended use of the offshore unit.

### **A.4 Requirements to control systems manufacturer**

The manufacturer of a control system that shall be subject to HIL testing shall provide a documented, safe and practical signal interface and procedure for connecting an external third party HIL simulator to their control system for the purpose of HIL testing. This should support safe and efficient testing both at the factory and on board the offshore unit when the particular control system is idle.

### **A.5 Documentation and approval**

The HIL testing shall be conducted and documented in compliance with the highest established industry standards and best practice for offshore units. The independent third party company making and conducting the HIL testing shall not be the ship yard, owner of the offshore unit, or the manufacturer of any essential control systems on the offshore unit.

The HIL testing shall document that the offshore unit meets the performance requirements and acceptance criteria listed.

## Bibliography

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

IEC 60034-6, *Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC Code)*

IEC 61892-4, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 4: Cables*

IMO MODU code, *Code for the construction and equipment of mobile offshore drilling units*

---



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	41
INTRODUCTION.....	43
1    Domaine d'application .....	44
2    Références normatives .....	44
3    Termes et définitions .....	45
4    Exigences générales .....	46
4.1    Protection contre les submersions .....	46
4.2    Machines tournantes.....	46
4.3    Conducteurs, équipements et appareils .....	47
4.4    Tableaux principaux.....	47
4.5    Axes de rotation.....	47
5    Limites d'inclinaison de l'unité .....	47
5.1    Exigence de l'autorité.....	47
5.2    Machines, équipements et appareils – Généralités .....	47
5.3    Machinerie de propulsion .....	47
5.4    Machinerie d'urgence.....	47
5.5    Condition dynamique .....	48
6    Pompes de cale.....	48
6.1    Alimentation électrique.....	48
6.2    Câbles et connexions de câbles.....	48
6.3    Emplacement de l'arrangement de démarrage .....	48
7    Feux de navigation .....	48
7.1    Généralités .....	48
7.2    Feux de navigation en exploitation .....	48
7.3    Feux de hune .....	49
7.4    Règles d'abordage .....	49
7.5    Systèmes de surveillance et d'alimentation électrique.....	49
7.6    Exigences spéciales pour les feux équipés de LED .....	49
8    Appareil à gouverner .....	50
8.1    Appareil à gouverner à alimentation électrique.....	50
8.2    Moteurs .....	50
8.3    Démarreurs de moteur .....	50
8.4    Alimentation des circuits électriques .....	50
8.5    Alimentation des circuits de contrôle et des systèmes de contrôle .....	51
8.6    Protection du circuit.....	51
8.7    Démarrage et arrêt des moteurs des unités d'alimentation de l'appareil à gouverner .....	51
8.8    Systèmes de contrôle de l'appareil à gouverner .....	52
8.9    Alarmes et indications.....	52
8.10    Indication de l'angle du gouvernail .....	53
8.11    Séparation des circuits.....	53
8.12    Communication entre la passerelle de navigation et le compartiment de l'appareil à gouverner .....	53
9    Propulsion électrique .....	53
9.1    Généralités .....	53
9.2    Exigences générales.....	54

9.2.1	Couple et vitesses critiques .....	54
9.2.2	Graissage .....	55
9.2.3	Appareils moteurs .....	55
9.3	Compatibilité électromagnétique (CEM) et distorsion harmonique .....	56
9.3.1	Généralités .....	56
9.3.2	Distorsion harmonique totale, THD ( <i>Total harmonic distortion</i> ) .....	56
9.3.3	Brouillage radioélectrique .....	56
9.4	Filtrage harmonique .....	57
9.5	Générateurs, moteurs, convertisseurs à semiconducteurs et accouplements à glissement électriques .....	57
9.5.1	Température et ventilation de l'équipement et de la machine .....	57
9.5.2	Accessibilité et installations pour réparations <i>in situ</i> .....	58
9.5.3	Protection contre l'humidité et la condensation .....	58
9.5.4	Courts-circuits soudains .....	58
9.5.5	Survitesse des moteurs à propulsion .....	58
9.5.6	Allumeurs .....	58
9.5.7	Données de conception du convertisseur à semiconducteurs .....	59
9.6	Protection contre l'humidité et la condensation .....	59
9.7	Appareillage de commande .....	60
9.7.1	Emplacement des commandes de manœuvre .....	60
9.7.2	Systèmes de commande de moteur .....	60
9.7.3	Exploitation des commandes de manœuvre .....	60
9.7.4	Verrouillage des moyens de contrôle .....	61
9.8	Câbles et câblage .....	61
9.8.1	Conducteurs .....	61
9.8.2	Câblage interne .....	61
9.8.3	Jeux de barres .....	61
9.9	Circuit principal et de contrôle .....	61
9.9.1	Contrôle .....	61
9.9.2	Système de gestion de l'alimentation .....	61
9.9.3	Circuits et composants .....	63
9.10	Protection du système .....	64
9.10.1	Protection .....	64
9.10.2	Instrumentation .....	65
9.11	Transformateurs de propulsion .....	66
9.12	Essai .....	66
10	Positionnement dynamique .....	67
11	Systèmes de ballast .....	67
11.1	Généralités .....	67
11.2	Pompes de ballast .....	67
11.3	Systèmes de contrôle et de signalisation .....	67
11.4	Communication interne .....	69
11.5	Protection contre les submersions .....	69
12	Systèmes de connexion .....	69
12.1	Généralités .....	69
12.2	Conception .....	69
12.3	Capacité d'entreposage .....	69
12.4	Capacité du moteur électrique .....	70
12.5	Contrôle et surveillance .....	70

12.6	Connexion des moteurs à engrenages et du contrôleur du moteur .....	70
12.6.1	Généralités .....	70
12.6.2	Installation du groupe .....	70
12.6.3	Protection contre les surintensités .....	70
12.6.4	Protection en marche.....	71
12.6.5	Mesure .....	71
12.7	Essais à bord.....	71
13	Systèmes d'ancrage .....	71
13.1	Généralités .....	71
13.2	Arrangements d'ancrage .....	71
13.3	Systèmes de contrôle.....	71
13.4	Systèmes d'ancrage assistés du propulseur (TA, <i>Thruster-assisted</i> ) .....	72
Annexe A (informative) Essai de vérification de système amélioré (essai de matériel incorporé) pour unités mobiles à positionnement dynamique.....		73
A.1	Généralités .....	73
A.2	Domaine d'application de l'essai HIL .....	73
A.3	Programme et processus de travail.....	74
A.4	Exigences pour les fabricants de systèmes de contrôle.....	74
A.5	Documentation et approbation .....	74
Bibliographie.....		75
Figure 1 – Equipement (configuration) type pour les unités avec une ou deux hélices.....		54
Figure 2 – Configuration de contrôle type .....		63

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**UNITÉS MOBILES ET FIXES EN MER –  
INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES –****Partie 5: Unités mobiles****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 61892-5 a été établie par le comité d'études 18 de l'IEC: Installations électriques des navires et des unités mobiles et fixes en mer.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

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

L'exigence d'une protection contre les submersions a été réécrite.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
18/1424/FDIS	18/1439/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.

Les exigences spécifiées dans cette Norme internationale sont basées sur le recueil de règles relatives à la construction et à l'équipement des unités mobiles de forage au large (1989 MODU CODE) publié par l'Organisation maritime internationale (OMI). Des dispositions supplémentaires sont susceptibles d'être incluses.

Une liste de toutes les parties de l'IEC 61892, publiées sous le titre général *Unités mobiles et fixes en mer – Installations électriques*, 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 61892 constitue une série de Normes internationales conçues pour garantir la sécurité de la conception, de la sélection, de l'installation, de la maintenance et de l'utilisation des équipements électriques destinés à la génération, au stockage, à la distribution et à l'utilisation d'énergie électrique, et ce à toutes fins, dans les unités offshore utilisées pour l'exploration ou l'exploitation des ressources pétrolières.

La présente partie de l'IEC 61892 intègre et coordonne également, autant que faire se peut, les règles existantes. Elle constitue, le cas échéant, un code d'interprétation des exigences formulées par l'Organisation maritime internationale tout en étant un guide pour l'élaboration de futures réglementations, ainsi qu'un énoncé des pratiques pour les propriétaires et les fabricants d'unités offshore et pour les organisations liées. La présente norme s'appuie sur les équipements et les pratiques qui ont cours actuellement, mais elle n'a pas pour objet de freiner le développement de nouvelles techniques ou l'amélioration de techniques existantes.

Le but ultime a été de produire un ensemble de Normes internationales destinées exclusivement à l'industrie pétrolière en mer.

# UNITÉS MOBILES ET FIXES EN MER – INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES –

## Partie 5: Unités mobiles

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61892 spécifie les caractéristiques des installations électriques dans les unités mobiles, à utiliser lors du transfert d'un emplacement à un autre et à utiliser pendant l'exploration et l'exploitation des ressources pétrolières.

Elle s'applique à toutes les installations, qu'elles soient permanentes ou provisoires, mobiles ou portatives, en courant alternatif jusqu'à 35 000 V inclus ou en courant continu jusqu'à 1 500 V inclus (les tensions alternatives et continues sont des valeurs nominales).

NOTE L'attention est attirée sur les autres exigences pour les installations électriques de ces unités offshore mobiles présentes dans le document MODU CODE de l'Organisation maritime internationale (OMI).

### 2 Références normatives

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

IEC 60034-1, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

IEC 60076 (toutes les parties), *Transformateurs de puissance*

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

IEC 60092-504, *Installations électriques à bord des navires – Partie 504: Caractéristiques spéciales – Conduite et instrumentation* (disponible en anglais seulement)

IEC 60332-1-2, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1-2: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé – Procédure pour flamme à prémélange de 1 kW*

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

IEC 61000-6-2:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

IEC 61378-1, *Transformateurs de conversion – Partie 1: Transformateurs pour applications industrielles*

IEC 61892-1, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 1: General requirements and conditions* (disponible en anglais seulement)

IEC 61892-2, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 2: System design* (disponible en anglais seulement)

IEC 61892-3, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 3: Equipment* (disponible en anglais seulement)

IEC 61892-6, *Unités mobiles et fixes en mer – Installations électriques – Partie 6: Installation*

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

IALA, *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, Recommendation O-1239 On The Marking of Man-Made Offshore Structures, 2008* (disponible en anglais seulement)

IMO *Guidelines for vessels with dynamic positioning systems, IMO/MSC/Circ. 645, Annex* (disponible en anglais seulement)

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

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions des normes IEC 61892-1, IEC 61892-2, IEC 61892-3, IEC 61892-6, ainsi que les suivants, s'appliquent.

#### 3.1

##### **appareil à gouverner auxiliaire**

équipement autre qu'une partie de l'appareil à gouverner principal, nécessaire pour manœuvrer l'unité en cas de panne de l'appareil à gouverner principal, mais pas la barre de gouvernail, le quadrant ou tout autre composant qui sert à la même chose

#### 3.2

##### **système de positionnement dynamique**

##### **système DP**

équipement nécessaire pour fournir des moyens de contrôler la position et la direction d'une unité mobile dans des limites prédéterminées par le biais d'une poussée vectorielle résultante

Note 1 à l'article: L'abréviation DP est dérivée du terme anglais développé correspondant "*dynamic positioning*".

#### 3.3

##### **appareil à gouverner électrique**

appareil à gouverner à alimentation électrique où un moteur électrique applique un couple à la mèche de gouvernail via des moyens mécaniques seulement

#### 3.4

##### **appareil à gouverner électrohydraulique**

appareil à gouverner où une pompe hydraulique alimentée par un moteur électrique applique un couple à la mèche de gouvernail via des moyens hydrauliques et mécaniques

#### 3.5

##### **appareil à gouverner principal**

machines, actionneurs de gouvernail, unités d'alimentation de l'appareil à gouverner et équipements divers, ainsi que les moyens d'appliquer un couple à la mèche de gouvernail (par exemple, la barre de gouvernail ou le quadrant) nécessaires pour rendre effectif le mouvement du gouvernail afin de manœuvrer l'unité dans des conditions de service normales

**3.6****machine de propulsion**

machine qui tourne et qui est normalement destinée à fournir une puissance propulsive

**3.7****redondance**

existence, dans une entité, de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-15-01]

**3.8****convertisseur à semiconducteurs**

convertisseur électronique de puissance comportant des valves électroniques à semiconducteurs

Note 1 à l'article: Des termes similaires sont utilisés pour les convertisseurs en général ou pour des types particuliers de convertisseurs, et pour des convertisseurs comportant des valves électroniques particulières ou spéciales, par exemple: convertisseur à thyristors, onduleur à transistors.

[SOURCE IEC 60050-551:1998, 551-12-42 ]

**3.9****système de contrôle de l'appareil à gouverner**

équipement grâce auquel les ordres sont transmis de la passerelle de navigation aux unités d'alimentation de l'appareil à gouverner

Note 1 à l'article: Les systèmes de contrôle de l'appareil à gouverner incluent les transmetteurs, les récepteurs, les pompes de contrôle hydrauliques et les moteurs associés, les contrôleurs de moteur, les tuyaux, les câbles, etc.

**3.10****unité d'alimentation de l'appareil à gouverner**

moteur électrique et équipement électrique/hydraulique associé pour faire fonctionner l'appareil à gouverner

**4 Exigences générales****4.1 Protection contre les submersions**

Dans chaque unité mobile dans laquelle une alimentation électrique est utilisée pour les services nécessaires pour la sécurité de l'unité, les générateurs, les appareillages de connexion, les moteurs et les appareillages de commande associés à ces services, à l'exception de la machinerie de la plate-forme des semi-submersibles, doivent être situés de sorte qu'ils continuent à fonctionner dans le cas d'une immersion partielle de l'unité, dans les limites d'inclinaison spécifiée à l'Article 5.

Il convient que les services essentiels pour la sécurité du personnel et de l'unité, y compris les générateurs, les appareillages de connexion, les moteurs et les appareillages associés à ces services, se trouvent au-dessus de la ligne de flottaison de pire dégât et qu'ils soient facilement accessibles.

**4.2 Machines tournantes**

Les machines tournantes doivent être installées pour réduire les effets du mouvement. La conception des paliers de toutes les machines et l'arrangement pour le graissage doivent être suffisants pour supporter les mouvements subis par gros temps et l'exploitation pendant des périodes prolongées selon les conditions de liste et d'ajustement spécifiées à l'Article 5 sans répandre d'huile.

### 4.3 Conducteurs, équipements et appareils

Les conducteurs, les équipements et les appareils doivent être placés à une distance telle de chaque compas magnétique ou doivent être disposés de façon telle que le champ magnétique externe qui interfère est négligeable; en d'autres termes, l'écart singulier total ne doit pas dépasser 30 min quand n'importe quelle combinaison de circuits est mise sous et hors tension.

### 4.4 Tableaux principaux

Le tableau principal doit être divisé en au moins deux parties. La division peut être affectée par des connexions amovibles, des disjoncteurs ou tout autre moyen adapté qui permettent aux générateurs principaux et à n'importe quelle alimentation des services en double directement connectés aux jeux de barres, autant que possible, d'être répartis de façon égale entre les sections.

### 4.5 Axes de rotation

Pour les unités pour lesquelles les exigences des conditions dynamiques, comme spécifié en 5.5, s'appliquent, les machines de rotation horizontale doivent, dans la mesure du possible, être installées de préférence avec leur arbre dans le sens de la longueur. Quand une machine est installée en travers, on doit s'assurer que la conception des paliers et que les arrangements pour le graissage sont satisfaisants pour supporter le roulis spécifié à l'Article 5. Le fabricant doit être informé quand une machine pour installation en travers est commandée.

## 5 Limites d'inclinaison de l'unité

### 5.1 Exigence de l'autorité

En fonction des résultats de toutes les études relatives à la stabilité intacte et endommagée de l'unité, les autorités compétentes peuvent exiger ou autoriser des écarts par rapport aux angles indiqués en 5.2, 5.3 et 5.4.

### 5.2 Machines, équipements et appareils – Généralités

L'ensemble des machines, des équipements et des appareils doit fonctionner de manière satisfaisante dans toutes les conditions avec l'unité à l'endroit et inclinée jusqu'aux angles suivants par rapport à la normale:

- pour les unités stabilisées en colonne, 15° dans n'importe quelle direction;
- pour les unités autoélevatrices, 10° dans n'importe quelle direction;
- pour les unités de surface, 15° dans n'importe quelle direction et simultanément ajustée de 5° vers la proue ou la poupe.

### 5.3 Machinerie de propulsion

La machinerie de propulsion principale et toute la machinerie auxiliaire essentielle pour la propulsion et la sécurité de l'unité mobile doivent pouvoir être exploitées dans les conditions statiques spécifiées en 5.2 et dans les conditions dynamiques suivantes:

- pour les unités stabilisées en colonne, 22° 30' dans n'importe quelle direction;
- pour les unités autoélevatrices, 15° dans n'importe quelle direction;
- pour les unités de surface, 22° 30' de roulis et, en même temps, 7° 30' de tangage vers la proue ou la poupe.

### 5.4 Machinerie d'urgence

Les machines, les équipements et les appareils d'urgence installés conformément aux exigences des autorités compétentes sur les installations d'urgence doivent être exploités de

façon correcte, quelles que soient les conditions, avec l'unité droite et inclinée jusqu'aux angles maximaux suivants par rapport à la normale:

- pour les unités stabilisées en colonne, 25° dans n'importe quelle direction;
- pour les unités autoélevatrices, 15° dans n'importe quelle direction;
- pour les unités de surface, 22° 30' le long de l'axe longitudinal et/ou en cas d'inclinaison à 10° le long de l'axe transversal.

## 5.5 Condition dynamique

Lorsque les autorités compétentes l'exigent, les limites des conditions dynamiques suivantes doivent s'appliquer:

- rotation en long (roulis),  $\pm 22^{\circ} 30'$ ;
- rotation en travers (tangage),  $\pm 7^{\circ} 30'$ .

NOTE Ces mouvements peuvent se produire simultanément.

## 6 Pompes de cale

### 6.1 Alimentation électrique

Les moteurs des pompes de cale installées en permanence, le cas échéant, doivent être connectés à un tableau d'urgence.

### 6.2 Câbles et connexions de câbles

Les câbles et leurs branchements à des pompes submersibles doivent pouvoir être exploités sous une hauteur d'eau égale à leur distance en dessous de la ligne de flottaison de pire dégât. Les câbles doivent être armés ou être protégés mécaniquement par d'autres moyens et ne doivent pas être installés dans la zone supposée possible des dommages. Ils doivent être installés avec des longueurs continues au-dessus de la ligne de flottaison de pire dégât jusqu'aux bornes des moteurs et entrer dans la bulle d'air depuis le dessous.

### 6.3 Emplacement de l'arrangement de démarrage

Il doit dans toutes les circonstances être possible de démarrer le moteur d'une pompe de cale installée en permanence depuis un point pratique au-dessus de la ligne de flottaison de pire dégât et dans un espace en dehors de la zone supposée possible des dommages.

NOTE Des informations sur la ligne de flottaison de pire dégât et sur les espaces dans la zone supposée possible des dommages sont disponibles dans les exigences IMO, par exemple dans le Code MODU.

## 7 Feux de navigation

### 7.1 Généralités

Sauf quand une unité est fixe et exploitée, l'OMI 904E s'applique.

### 7.2 Feux de navigation en exploitation

Quand une unité est fixe et exploitée, l'attention est attirée sur les exigences de sécurité de navigation de l'état côtier dans les eaux territoriales ou sur le plateau continental duquel l'unité est exploitée.

Sauf indication contraire pour les feux d'obstruction des autorités nationales, les feux doivent être conformes à la Recommandation O-1239 de l'IALA.

### 7.3 Feux de hume

Toutes les unités doivent être équipées de "feux de hume", dont la tête de mât, les côtés, la poupe, l'ancrage, l'impossibilité de manœuvre et, si applicable, les feux d'usage déterminé. La construction et l'installation des feux de navigation doivent satisfaire aux exigences des autorités compétentes.

### 7.4 Règles d'abordage

Une attention particulière est portée aux règles d'abordage relatives à la disposition des lanternes principales et alternatives pour chacun des feux de navigation.

### 7.5 Systèmes de surveillance et d'alimentation électrique

Les arrangements électriques suivants ne sont relatifs qu'aux feux de navigation décrits en 7.3 et en 7.4.

- Chaque feu doit être connecté par un câble séparé vers un tableau de distribution réservé uniquement aux feux de navigation, installé à un endroit accessible sous le contrôle du personnel de surveillance.
- Il doit y avoir deux systèmes d'alimentation électrique séparés pour le tableau de distribution: un depuis le tableau principal et un depuis le tableau d'urgence. Quand une source transitoire d'alimentation d'urgence est exigée par la Convention SOLAS (*Safety of Life at Sea*), les arrangements doivent permettre que les feux soient alimentés par cette source en plus du tableau d'urgence. Une alarme doit être activée en cas de panne de l'alimentation électrique du tableau de distribution.
- Autant que possible, il convient que les arrangements soient tels qu'un incendie, qu'une panne ou qu'un dommage mécanique, où qu'il survienne, ne rende pas les deux systèmes inexploitable. Il est toutefois accepté que les systèmes doivent venir ensemble au point où le changement peut être effectué. Il convient que cela se trouve de préférence au niveau ou à proximité du tableau de distribution.
- Chaque feu doit être contrôlé et protégé dans chaque pôle isolé par un commutateur et un fusible ou par un disjoncteur monté dans le tableau de distribution.
- Chaque feu doit être équipé d'un indicateur automatique qui donne une alarme acoustique et/ou optique en cas d'extinction complète du feu. Si un signal optique connecté en série avec les feux de hume est utilisé, des moyens de prévenir toute panne de l'indicateur d'extinction des feux de hume doivent être fournis. Si un appareil acoustique seul est utilisé, il doit être connecté à une source d'alimentation indépendante, comme une batterie; des dispositions doivent être prévues pour l'essai de cette alimentation.

Il convient d'éviter toute utilisation de boîtes de jonction dans les circuits d'éclairage de navigation, autres que celles fournies pour connecter les lanternes au câblage fixe de l'installation électrique. Il convient que les câbles de différents circuits n'utilisent pas la même boîte de jonction.

### 7.6 Exigences spéciales pour les feux équipés de LED

L'intensité lumineuse des LED diminue graduellement alors que la consommation électrique reste inchangée. Le taux de diminution de l'intensité lumineuse dépend de la sortie des LED et des températures des LED. Pour éviter toute pénurie dans l'intensité lumineuse des LED, l'une des solutions suivantes doit être utilisée:

- Une fonction d'alarme doit être activée pour prévenir l'officier de quart que l'intensité lumineuse des feux passe en dessous du niveau exigé par les COLREG; ou
- Les LED ne doivent être utilisées que dans la durée de vie (terme de validité pratique) spécifiée par le fabricant afin de maintenir l'intensité lumineuse nécessaire des LED. Il convient que le fabricant détermine la durée de vie des LED et qu'il la notifie clairement en fonction des résultats de l'essai approprié sur la diminution de l'intensité lumineuse des

LED dans différentes conditions de température et selon les conditions de température des LED du feu en exploitation, en tenant compte de la marge appropriée.

Il convient que le fabricant des feux de navigation donne les informations qui concernent la détection d'une intensité d'illumination faible.

## **8 Appareil à gouverner**

### **8.1 Appareil à gouverner à alimentation électrique**

**8.1.1** Un appareil à gouverner électrique et/ou électrohydraulique doit être utilisé pour l'appareil à gouverner principal et auxiliaire électrique exigé par les autorités compétentes.

**8.1.2** Les systèmes électriques de l'appareil à gouverner principal et de l'appareil à gouverner auxiliaire doivent être arrangés de telle sorte qu'une panne dans un des appareils à gouverner ne rende pas les systèmes électriques de l'autre appareil à gouverner inopérants.

Quand un appareil à gouverner auxiliaire n'est pas exigé par les autorités compétentes et quand l'appareil à gouverner principal comporte au moins deux unités d'alimentation, le système électrique de chaque unité d'alimentation doit être arrangé de telle sorte que la panne de l'une d'entre elles ne rende pas les autres unités inopérantes.

### **8.2 Moteurs**

**8.2.1** Pour déterminer les caractéristiques exigées des moteurs électriques pour les unités d'alimentation, le couple de détachement et le couple de travail maximal de l'appareil à gouverner dans toutes les conditions d'exploitation doivent être utilisés. Le rapport entre le couple d'arrachement et le couple assigné doit être au moins de 1,6.

**8.2.2** L'assignation doit être déterminée sur la base des caractéristiques de l'appareil à gouverner de l'unité du sujet, tel que spécifié en 8.2.3 et 8.2.4.

Les moteurs pour les unités d'alimentation de l'appareil à gouverner peuvent être assignés pour la demande d'alimentation intermittente.

**8.2.3** Pour les moteurs des unités d'alimentation électriques de l'appareil à gouverner, l'assignation doit être la suivante:

S3 – 40 % conformément à l'IEC 60034-1.

**8.2.4** Pour les moteurs des unités d'alimentation électrohydrauliques de l'appareil à gouverner et pour les convertisseurs, l'assignation doit être la suivante:

S6 – 25 % conformément à l'IEC 60034-1.

### **8.3 Démarreurs de moteur**

Chaque moteur électrique d'une unité d'alimentation d'appareil à gouverner principal ou auxiliaire doit être équipé de sa propre unité de démarreur de moteur séparée, dans le compartiment de l'appareil à gouverner ou dans la salle du tableau d'alimentation (voir 8.1.2).

### **8.4 Alimentation des circuits électriques**

**8.4.1** Il convient que chaque appareil à gouverner électrique ou électrohydraulique qui comporte une ou plusieurs unités d'alimentation, sauf autre autorisation par les autorités compétentes, soit servi par au moins deux circuits exclusifs; un circuit est alimenté

directement depuis le tableau principal et l'autre circuit doit être alimenté via le tableau d'urgence.

Un appareil à gouverner électrique ou électrohydraulique auxiliaire associé à un appareil à gouverner électrique ou électrohydraulique principal peut être connecté à l'un des circuits qui alimente l'appareil à gouverner principal.

Il convient que le système d'alimentation soit un système informatisé. Pour plus d'information sur les systèmes informatiques, voir l'IEC 61892-2.

**8.4.2** Les circuits qui alimentent un appareil à gouverner électrique ou électrohydraulique doivent avoir une assignation continue pour alimenter tous les appareils et les moteurs électriques qui peuvent leur être simultanément connectés et dont l'exploitation simultanée peut être exigée.

**8.4.3** Pour certaines unités spécifiées par les autorités compétentes, une alimentation alternative depuis la source d'alimentation électrique d'urgence ou depuis une source d'alimentation indépendante située au sein même du compartiment de l'appareil à gouverner est exigée.

Cette source d'alimentation doit être activée automatiquement dans les 45 secondes, en cas de coupure de l'alimentation de la (des) source(s) principale(s) de l'alimentation électrique et doit satisfaire aux exigences des autorités compétentes.

## **8.5 Alimentation des circuits de contrôle et des systèmes de contrôle**

**8.5.1** Chaque commande de démarrage et d'arrêt des moteurs des unités d'alimentation doit être servie par son propre circuit de contrôle alimenté par son propre circuit d'alimentation.

**8.5.2** Tout système de contrôle de l'appareil à gouverner électrique principal et auxiliaire doit être servi par son propre circuit séparé, alimenté depuis un circuit d'alimentation de l'appareil à gouverner depuis un point dans le compartiment de l'appareil à gouverner ou directement depuis les jeux de barres du tableau qui alimente ce circuit d'alimentation de l'appareil à gouverner à un point du tableau adjacent à l'alimentation du circuit d'alimentation de l'appareil à gouverner.

## **8.6 Protection du circuit**

**8.6.1** Une protection contre les courts-circuits doit être fournie pour chaque circuit de contrôle et chaque circuit d'alimentation de l'appareil à gouverner électrique ou électrohydraulique principal ou auxiliaire.

**8.6.2** Aucune protection autre que la protection contre les courts-circuits ne doit être fournie pour le circuit d'alimentation du système de contrôle de l'appareil à gouverner.

**8.6.3** La protection contre le courant excessif, si elle est fournie pour les circuits d'alimentation, doit être pour au moins deux fois le courant de pleine charge du moteur ou du circuit ainsi protégé; elle doit en outre être arrangée pour permettre le passage des courants de démarrage adéquats.

## **8.7 Démarrage et arrêt des moteurs des unités d'alimentation de l'appareil à gouverner**

**8.7.1** Les moteurs des unités d'alimentation doivent pouvoir être démarrés et arrêtés depuis une position de la passerelle de navigation et depuis un point à l'intérieur du compartiment de l'appareil à gouverner.

Des moyens doivent être fournis à la position des démarreurs de moteurs pour isoler les appareils de démarrage et d'arrêt contrôlés à distance.

**8.7.2** Les unités d'alimentation de l'appareil à gouverner principales et auxiliaires doivent être arrangées pour redémarrer automatiquement une fois l'alimentation rétablie après une coupure d'alimentation.

## **8.8 Systèmes de contrôle de l'appareil à gouverner**

**8.8.1** Pour l'appareil à gouverner principal, le contrôle de l'appareil à gouverner doit être fourni sur la passerelle de navigation et dans le compartiment de l'appareil à gouverner.

**8.8.2** Pour l'appareil à gouverner auxiliaire à alimentation électrique, le contrôle de l'appareil à gouverner doit être fourni dans le compartiment de l'appareil à gouverner; il doit également pouvoir être exploitable depuis la passerelle de navigation et doit être indépendant du système de contrôle de l'appareil à gouverner principal.

**8.8.3** Quand, conformément aux indications des autorités compétentes, un appareil à gouverner auxiliaire n'est pas installé et quand l'appareil à gouverner principal comporte au moins deux unités d'alimentation identiques, deux systèmes de contrôle indépendants doivent être fournis, tous les deux exploitables depuis la passerelle de navigation et depuis le compartiment de l'appareil à gouverner.

NOTE La duplication de la barre n'est pas exigée dans ce cas.

Quand le système de contrôle inclut un télémoteur hydraulique, un deuxième système de contrôle indépendant peut ne pas être installé, sauf si cela est spécifié par les autorités compétentes.

**8.8.4** Le système de contrôle de l'appareil à gouverner fourni conformément à 8.8.1, à 8.8.2 et à 8.8.3 doit être capable d'être remis en exploitation depuis une position de la passerelle de navigation.

**8.8.5** Pour un système de commande de l'appareil à gouverner exploitable depuis la passerelle de navigation, des moyens doivent être fournis dans le compartiment de l'appareil à gouverner pour isoler tout système de commande de l'appareil à gouverner desservi.

## **8.9 Alarmes et indications**

**8.9.1** Des moyens pour indiquer que les moteurs de l'appareil à gouverner électrique et électrohydraulique fonctionnent doivent être installés sur la passerelle de navigation et à une position adéquate de contrôle de la machinerie principale.

**8.9.2** Des alarmes de surcharge doivent être fournies pour les moteurs des unités d'alimentation pour tous les appareils à gouverner principaux et auxiliaires.

**8.9.3** Quand une alimentation triphasée est utilisée, une alarme doit être fournie pour indiquer toute panne d'une des phases d'alimentation.

**8.9.4** En cas de coupure de l'alimentation d'une des unités d'alimentation de l'appareil à gouverner, une alarme doit être émise.

**8.9.5** En cas de coupure de l'alimentation de la source d'alimentation électrique du système de contrôle, une alarme doit être émise.

**8.9.6** Une alarme de niveau bas pour chaque réservoir de fluide hydraulique doit être fournie pour donner une indication pratique la plus anticipée possible d'une fuite du fluide hydraulique.

**8.9.7** Les alarmes spécifiées entre 8.9.2 et 8.9.6 doivent être sonores et visuelles; il convient de les placer comme indiqué en 8.9.1 et comme spécifié par les autorités compétentes.

### **8.10 Indication de l'angle du gouvernail**

La position angulaire du gouvernail doit être indiquée sur la passerelle de navigation. Le système d'indication de l'angle du gouvernail doit être indépendant des systèmes d'alimentation et de contrôle de l'appareil à gouverner et être alimenté via le tableau d'urgence ou par une source alternative d'alimentation électrique.

Il convient que la position angulaire du gouvernail soit reconnaissable, conformément aux instructions des autorités compétentes, dans le compartiment de l'appareil à gouverner. L'indication peut ne pas être électrique.

### **8.11 Séparation des circuits**

Il convient que les circuits d'alimentation électriques en double et que les systèmes de contrôles des appareils à gouverner soient séparés de leurs composants associés autant que possible.

Il convient que les câbles correspondants suivent des trajets différents. Il convient en outre que ces trajets soient séparés verticalement et horizontalement, autant que possible, sur toute leur longueur.

### **8.12 Communication entre la passerelle de navigation et le compartiment de l'appareil à gouverner**

Un moyen de communication doit être fourni entre la passerelle de navigation et le compartiment de l'appareil à gouverner.

S'il est électrique, il doit être alimenté via le tableau d'urgence; sinon, il doit être sonore.

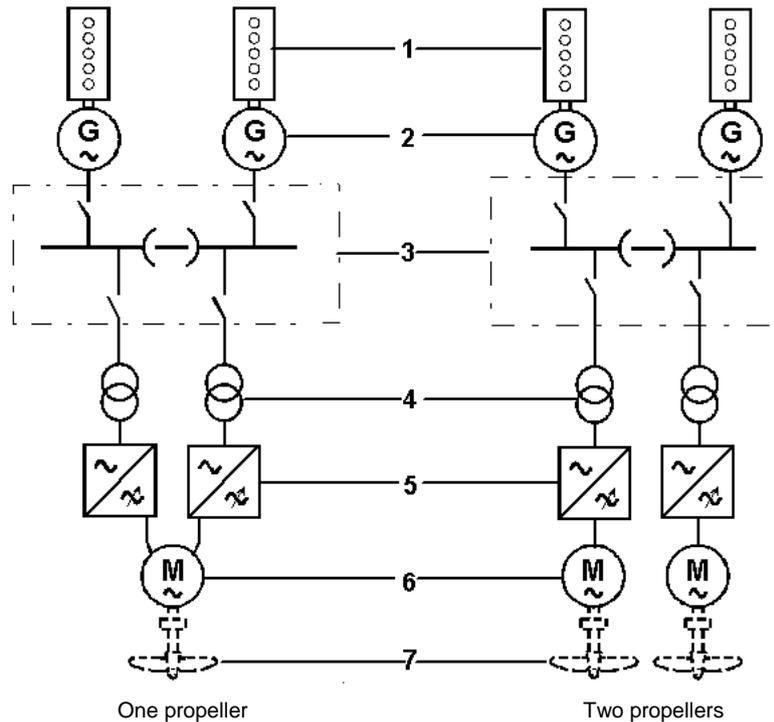
## **9 Propulsion électrique**

### **9.1 Généralités**

Un système de propulsion électrique type comporte les composants matériels suivants:

- des générateurs de propulsion;
- un tableau;
- des transformateurs pour convertir la tension du bateau en tension de convertisseur;
- un convertisseur pour alimenter le moteur électrique;
- des systèmes de contrôle;
- un moteur à propulsion.

Une configuration type des composants matériels est donnée à la Figure 1.



IEC

**Légende**

Anglais	Français
One propeller	Une hélice
Two propellers	Deux hélices

**Légende**

- 1 Moteur principal
- 2 Générateur de propulsion
- 3 Tableau
- 4 Transformateur de propulsion
- 5 Convertisseur de propulsion
- 6 Moteur à propulsion
- 7 Hélice

**Figure 1 – Equipement (configuration) type pour les unités avec une ou deux hélices**

Les exigences applicables aux systèmes de propulsion peuvent aussi être applicables aux autres clients connectés directement au système de propulsion électrique principal; son fonctionnement peut influencer la propulsion ou la manœuvrabilité de l'unité.

Pour les convertisseurs à semiconducteurs, on doit se reporter aux normes IEC 61892-3 et IEC 61892-6.

**9.2 Exigences générales**

**9.2.1 Couple et vitesses critiques**

**9.2.1.1** Le couple normal disponible dans les moteurs à propulsion pour les manœuvres doit permettre d'activer l'unité pour qu'elle soit arrêtée ou inversée, quand l'unité est à sa vitesse de service maximale, dans un temps qui doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et les fabricants de l'équipement de propulsion électrique. Ce temps doit être basé sur les caractéristiques couple-vitesse estimées de l'hélice pendant les manœuvres et sur toute autre caractéristique nécessaire fournie aux fabricants des systèmes électriques.

En cas d'arrêt brutal (arrêt d'urgence), la stratégie de contrôle pour l'azimut, le pas fixe et le pas contrôlable variera et sera soumise à un accord entre le fabricant et l'acheteur.

**9.2.1.2** Une marge de couple adéquate doit être fournie aux systèmes de propulsion CA pour protéger contre la désynchronisation du moteur dans des conditions météorologiques difficiles et dans une unité à plusieurs hélices lorsqu'on tourne, en fonction des informations fournies sur les caractéristiques de l'hélice et de l'unité.

**9.2.1.3** Afin d'éviter les contraintes excessives liées aux torsions et les vibrations liées aux torsions d'amplitude excessive, des précautions particulières doivent être prises pour coordonner les constantes de masse et les constantes d'élasticité de l'ensemble du système de propulsion, ainsi que des caractéristiques électriques du système.

**9.2.1.4** L'ensemble du système, entre autres choses, inclut des appareils moteurs, des générateurs, des convertisseurs, des allumeurs, des moteurs, des accouplements à glissement, des engrenages, des dispositifs de transmission et des hélices.

**9.2.1.5** Le système électrique doit être stable dans toutes les conditions d'exploitation, en faisant attention aux transitoires de commutation, à la récupération du système après une panne et/ou à un problème d'exploitation. L'exploitation de l'équipement de protection doit également être revue dans ces conditions.

Lorsque les jeux de génération alimentent aussi des services autres que la propulsion, il convient de prendre en compte les exigences de démarrage des machines de propulsion CA, de sorte qu'il convient d'y parvenir dans les limites des valeurs transitoires de tension et de fréquence.

Lorsque les jeux de génération alimentent aussi des services autres que la propulsion, il convient de prendre en compte la priorité des consommateurs. Il convient de prendre en compte les systèmes de gestion de l'alimentation.

## **9.2.2 Graissage**

Le graissage des paliers des moteurs à propulsion, des engrenages et des dispositifs de transmission doit être efficace à toutes les vitesses normales des vitesses auxiliaires en marche avant ou en marche arrière.

Les arbres et les paliers ne doivent pas être endommagés par une rotation lente, qu'une alimentation électrique soit ou non appliquée au moteur ou qu'une telle rotation soit ou non induite par l'hélice, quelles que soient les conditions de température de l'huile prévisibles.

Quand les moteurs d'hélices peuvent générer une tension à cause de la rotation induite par les hélices, il convient de prendre des mesures pour éviter perturbations et dommages pour les composants et les systèmes.

## **9.2.3 Appareils moteurs**

**9.2.3.1** Les appareils moteurs, quel qu'en soit le type, doivent être équipés d'un régulateur capable de maintenir la vitesse constante prédéfinie dans une plage qui ne dépasse pas 5 % de la vitesse à pleine charge assignée pour les changements de charge de charge pleine à charge vide.

Lorsque la commande de vitesse de l'hélice exige une variation de la vitesse de l'appareil moteur, le régulateur doit être équipé de moyens de contrôle manuel local et de contrôle à distance.

Dans le cas d'une exploitation parallèle de générateurs, le système de régulation doit permettre le maintien d'une exploitation stable sur l'ensemble de la plage de vitesses opérationnelles des appareils moteurs.

**9.2.3.2** La puissance assignée de l'appareil moteur, conjointement à ses capacités de surcharge et de construction de charge, doit permettre de fournir la puissance nécessaire pendant les changements transitionnels des conditions d'exploitation de l'équipement électrique à cause des manœuvres, mais aussi des conditions de mer et de la météorologie.

Compte tenu des éléments ci-dessus, il convient de faire particulièrement attention aux moteurs diesel équipés d'un compresseur de turbine à gaz d'échappement pour suralimentation.

**9.2.3.3** Lors d'une manœuvre d'une vitesse d'hélice totale en marche avant à une vitesse d'hélice totale en marche arrière alors que l'unité est en marche avant à pleine vitesse, l'appareil moteur doit être capable d'absorber une partie de la puissance régénérée sans déclenchement à cause d'une survitesse. La quantité de puissance régénérée peut aussi être limitée par l'action du système de contrôle.

Il convient de prendre en compte l'absorption et la réutilisation de la force de freinage du réseau du navire.

Le réglage de l'appareil de déclenchement de survitesse doit être conforme aux exigences des autorités compétentes et la quantité de puissance régénérée à absorber faire l'objet d'un accord entre les fabricants de machinerie électrique et mécanique.

Il convient de fournir des moyens externes à la machinerie tournante mécanique et électrique sous la forme de résistances de freinage fantômes ou dynamiques, ou de consommateurs de ballast pour absorber les quantités excessives d'énergie régénérée et pour retarder la vitesse de rotation du moteur de propulsion.

### **9.3 Compatibilité électromagnétique (CEM) et distorsion harmonique**

#### **9.3.1 Généralités**

Les systèmes de propulsion doivent être conformes au critère de performance A de l'IEC 61000-6-2 :2005. Cela signifie qu'aucune dégradation des performances et qu'aucune perte de fonctions ne sont autorisées en exploitation normale.

#### **9.3.2 Distorsion harmonique totale, THD (*Total harmonic distortion*)**

L'équipement qui produit des variations de courant, de fréquence et de tension transitoires ne doit pas provoquer de dysfonctionnement à d'autres équipements à bord, que ce soit par conduction, par induction ou par rayonnement.

La conception doit prendre en compte le fait que les convertisseurs de propulsion créent des brouillages avec le réseau de propulsion.

Pour un réseau de propulsion séparé, la valeur de distorsion harmonique totale (THD) de la tension ne doit pas dépasser 10 %. L'ensemble des équipements connectés au réseau doit être conçu pour prendre en charge ce niveau élevé de THD, faute de quoi les filtres nécessaires doivent être ajoutés. Si le réseau de propulsion et si le réseau de l'unité sont directement connectés, la valeur de THD de la tension ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans l'IEC 61892-1.

La conception des câblages, des câbles, des transformateurs, des appareils de protection, etc., doit prendre en compte le niveau élevé de courants harmoniques provoqués par le système de convertisseurs.

#### **9.3.3 Brouillage radioélectrique**

Si les convertisseurs pour les installations de propulsion sont placés dans des pièces ou dans des armoires séparées, les valeurs maximales des émissions ne sont valides qu'en dehors de

ces pièces ou de ces armoires. Les exigences d'immunité du convertisseur de propulsion doivent être conformes avec au moins les exigences de tous les autres équipements à bord.

Les émissions conduites et rayonnées qui quittent la pièce ou l'armoire du convertisseur doivent être réduites à un niveau compatible avec le système.

#### **9.4 Filtrage harmonique**

Les filtres de ligne peuvent être utilisés pour garantir la distorsion harmonique exigée dans l'alimentation principale à n'importe quelle étape de la propulsion.

Chaque circuit de filtre individuel doit être protégé contre les surintensités et les courants de court-circuit. Les fusibles des circuits de filtre doivent être surveillés.

A l'aide des filtres de lignes, la disposition du filtre doit être conçue pour n'importe quelle configuration de ligne concevable. En particulier, l'autorésonance doit être exclue dans toutes les conditions de charge et pour toutes les combinaisons de générateurs.

Dans le cas de circuits de filtre parallèles multiples, la symétrie du courant doit être surveillée. Une distribution de courant asymétrique dans les circuits de filtre individuels et la panne d'un filtre doivent faire l'objet d'une alarme.

La chaleur supplémentaire causée par la distorsion harmonique totale doit être prise en compte dans l'essai de hausse de la température.

#### **9.5 Générateurs, moteurs, convertisseurs à semiconducteurs et accouplements à glissement électriques**

##### **9.5.1 Température et ventilation de l'équipement et de la machine**

**9.5.1.1** Quand des générateurs, des moteurs ou des accouplements à glissement sont équipés d'un ventilateur intégral (voir l'IEC 60034-6) et qu'ils sont exploités à des vitesses inférieures à la vitesse assignée avec un couple à pleine charge, un courant de pleine charge, une excitation de pleine charge, etc., les limites de température conformément à l'IEC 60034-1 ne doivent pas être dépassées.

**9.5.1.2** La température de l'air de refroidissement des machines fournies avec une ventilation d'air forcée, des conduites d'air ou des filtres à air doit être constamment surveillée via des thermomètres à lecture directe lisibles depuis l'extérieur de la machine et disposer d'une alarme sonore à distance actionnée par des détecteurs de température adaptés.

Pour les machines avec une méthode de refroidissement à circuit fermé avec un échangeur thermique, les flux des liquides de refroidissement principaux et secondaires doivent être surveillés. La surveillance de la température de l'enroulement et une alarme peuvent également être acceptées à la place de l'alarme de flux.

On doit prendre en considération la nécessité de fournir un équipement pour détecter les fuites de liquide de refroidissement dans une enveloppe de machine et exploiter une alarme associée.

**9.5.1.3** Les générateurs exploités avec des convertisseurs à semiconducteurs doivent être conçus pour les harmoniques attendues du système. Une réserve suffisante doit être considérée pour la hausse de la température, en comparaison avec la charge sinusoïdale.

Si les convertisseurs à semiconducteurs sont équipés d'une ventilation forcée, des moyens de surveillance pour le système de refroidissement doivent être fournis.

En cas de panne du système de refroidissement, une alarme doit être donnée et le courant doit être automatiquement réduit. Le signal d'alarme peut être généré par le flux du liquide de

refroidissement, par l'alimentation électrique du ventilateur ou par la température des vannes électroniques.

Le remplacement de la réduction automatique peut, si nécessaire, être considéré.

La procédure normale à l'issue de la réduction automatique de la puissance sera de réduire la puissance du système de forage et de donner une priorité totale à la puissance du système de positionnement dynamique, afin d'éviter une dérive qui, dans le pire des cas, peut provoquer une explosion.

**9.5.1.4** Les enroulements de stator des machines CA et les enroulements d'interpôle des machines CC, assignés au-dessus de 500 kW doivent être fournis avec les capteurs de température.

### **9.5.2 Accessibilité et installations pour réparations *in situ***

**9.5.2.1** A des fins d'inspection et de réparation, des dispositions doivent être prévues pour l'accès aux bobines de stator et de rotor, mais aussi pour le retrait et le remplacement des bobines de champ.

**9.5.2.2** Des installations doivent être fournies pour prendre en charge l'arbre afin de permettre l'inspection et le retrait des paliers.

**9.5.2.3** Un accès adéquat doit être fourni pour permettre le resurfaçage des commutateurs et des bagues, ainsi que pour le renouvellement et le couchage des brosses.

**9.5.2.4** Les accouplements à glissement doivent être conçus pour permettre la suppression en tant qu'unité sans déplacement axial de l'arbre moteur et de l'arbre récepteur, sans supprimer les pôles.

**9.5.2.5** Les convertisseurs doivent être facilement accessibles et être arrangés pour faciliter les réparations et les remplacements de composants.

### **9.5.3 Protection contre l'humidité et la condensation**

Des moyens efficaces doivent être fournis dans les machines à propulsion et les convertisseurs pour prévenir l'accumulation d'humidité et de condensation, même s'ils sont en sommeil pour des périodes appréciables (par exemple, via des appareils de chauffage).

### **9.5.4 Courts-circuits soudains**

Les machines CA doivent être capables de supporter un court-circuit au niveau de leurs bornes dans des conditions assignées sans être endommagées.

### **9.5.5 Survitesse des moteurs à propulsion**

Le rotor des moteurs à propulsion doit être capable de résister à des survitesses jusqu'à la limite atteinte conformément aux caractéristiques de l'appareil de protection contre les survitesses à son paramètre d'exploitation normal.

### **9.5.6 Allumeurs**

L'intensité et la tension qu'on peut obtenir pour les allumeurs et leur alimentation doivent être adaptées à la sortie exigée dans les conditions de manœuvres et de surintensité, y compris les courts-circuits.

On doit donc faire attention à la puissance des arbres et des couplages des jeux de rotation, ainsi qu'à la puissance des machines qui les entraînent.

### 9.5.7 Données de conception du convertisseur à semiconducteurs

**9.5.7.1** Les tensions de crête répétitives limitatives suivantes doivent servir de base pour la vanne de semiconducteur:

- quand elle est connectée à une alimentation spécifique aux hélices,  $U_{RM} = 1,5 U_P$ ;
- quand elle est connectée à une alimentation principale commune,  $U_{RM} = 1,8 U_P$ .

( $U_P$  est la valeur de crête de la tension assignée à l'entrée du convertisseur à semiconducteurs.)

Si les semiconducteurs sont connectés en série, la valeur mentionnée ci-dessus doit être augmentée de 10 %. Une distribution égale de la tension doit être garantie.

**9.5.7.2** Quand des convertisseurs à semiconducteurs sont utilisés, des moyens doivent être si nécessaire utilisés pour limiter l'effet des perturbations sur le système comme sur les autres convertisseurs à semiconducteurs. Voici des exemples qu'il convient de prendre en compte pour la limitation des effets des perturbations:

- les convertisseurs quand ils sont connectés au même système de jeu de barres;
- la réactance de commutation qui, si elle n'est pas suffisante, peut résulter dans une distorsion de tension qui affecte de façon négative les autres consommateurs du système;
- la relation entre la réactance subtransitoire du système et le convertisseur;
- la réactance de commutation: une mauvaise mise en correspondance peut provoquer la production d'harmoniques de tension susceptibles de provoquer une surchauffe des autres consommateurs;
- tout effet néfaste des convertisseurs sur la commutation des machines CC;
- tout effet adverse, en mode de régénération, si la tension chute lors de l'exploitation de l'onduleur;
- les interférences avec du bruit haute fréquence.

Lorsque des condensateurs et des circuits de filtre sont utilisés pour la compensation du courant réactif, il convient de considérer les éléments suivants:

- tout effet adverse de la variation de la fréquence des valeurs de crête et efficaces de la tension du système;
- tout effet adverse sur la régulation de la tension des générateurs.

**9.5.7.3** La protection des convertisseurs suivante doit être fournie:

- une surtension dans un système d'alimentation auquel les convertisseurs sont connectés doit être limitée par des appareils adaptés afin d'éviter tout dommage. Les fusibles de protection de ces appareils doivent être surveillés. Un contrôle adapté doit garantir que le courant admissible des éléments du semiconducteur ne peut pas être dépassé en exploitation normale;
- les courants de court-circuit doivent être limités avec des fusibles spécialement adaptés ou par d'autres moyens de protection adaptés pour une déconnexion sécurisée des convertisseurs. Ces fusibles de protection de semiconducteur doivent être surveillés. Dans le cas d'une exploitation de fusible, l'exploitation de la partie respective de l'installation doit être arrêtée;
- les fusibles des circuits de filtre doivent être surveillés.

Il convient de prendre en compte l'ondulation de courant excessive dans le schéma de protection.

### 9.6 Protection contre l'humidité et la condensation

Des moyens efficaces, par exemple des appareils de chauffage ou des sècheurs à air, doivent être fournis dans les moteurs, les générateurs, les convertisseurs, les transformateurs

et les tableaux pour prévenir toute accumulation d'humidité et de condensation, même si ces éléments sont en sommeil pendant de longues périodes. Les moteurs à propulsion doivent être équipés d'un système de chauffage électrique conçu pour maintenir la température à l'intérieur de la machine à environ 3 K au-dessus de la température ambiante.

## **9.7 Appareillage de commande**

### **9.7.1 Emplacement des commandes de manœuvre**

Les commandes de manœuvre de propulsion principale doivent se trouver à un endroit pratique.

Dès qu'un contrôle en dehors de la salle des machines est appliqué, un arrangement doit être fourni pour indiquer si l'installation de propulsion peut aussi être contrôlée depuis la salle des machines ou depuis la salle de commande.

Dans des systèmes équipés d'hélices à pas variables, il convient d'intégrer les indications de pas à la station de contrôle principale.

### **9.7.2 Systèmes de commande de moteur**

Des systèmes de commande de moteur doivent être fournis sur les unités autopropulsées.

Des systèmes télégraphiques de commande de moteur ou tout autre système de commande de moteur conforme aux indications des autorités compétentes peuvent être considérés.

### **9.7.3 Exploitation des commandes de manœuvre**

Une exploitation manuelle, une exploitation aidée par de la puissance ou une combinaison des deux doit être utilisée.

Dans le cas d'une exploitation manuelle, tous les commutateurs de manœuvre, les régulateurs de champs et les contrôleurs doivent pouvoir être utilisés sans effort excessif.

En cas de panne de l'alimentation électrique dans des systèmes équipés d'une aide par de la puissance (par exemple, une aide électrique, pneumatique ou hydraulique), il doit être possible de rétablir le contrôle rapidement.

Quand il n'est pas possible de revenir à un contrôle manuel complet dans des cas d'urgence, il convient de prendre en compte la fourniture d'une redondance dans l'équipement pour permettre l'application d'un niveau de contrôle suffisant afin de garantir la sécurité de l'installation.

Quand plusieurs stations de contrôle sont fournies en dehors de la salle des machines, un commutateur de sélection ou tout autre moyen doit permettre de transférer les commandes de manœuvre à la station désignée.

Une indication de la station de contrôle qui est aux commandes doit être fournie au niveau du commutateur de sélection et à chaque station de contrôle. Le contrôle simultané depuis plusieurs stations de contrôle ne doit pas être possible.

A l'exception des systèmes pour lesquels les leviers de contrôle sont interconnectés électriquement ou mécaniquement de telle sorte que chaque levier sera défini à la même position, le changement de station de contrôle ne doit être possible que lorsque les leviers de contrôle de la station qui commande et de la station entrante sont dans la même position ou quand un signal d'acceptation défini par la station voulue est reçu. L'équipement de contrôle doit être arrangé de sorte que, en cas de dommage à l'équipement en dehors de la salle des

machines, les commandes puissent toujours être exécutées depuis la salle des machines ou depuis les stations de contrôle des manœuvres de la salle de commande des moteurs.

Il est recommandé qu'une panne de l'aide d'alimentation, quand elle est utilisée, ne doit si possible pas entraîner d'interruption de la puissance à l'arbre de propulsion, mais être indiquée par une alarme.

Dans les systèmes dans lesquels le contrôle à distance des hélices est soumis au contrôle de la vitesse de l'appareil moteur ou du pas de l'hélice, un contrôle doit être également fourni pour une utilisation en cas d'urgence.

#### **9.7.4 Verrouillage des moyens de contrôle**

Tous les moyens de contrôle pour l'exploitation des appareils moteurs, des commutateurs, des contacteurs, des commutateurs de champs, etc., doivent être verrouillés pour prévenir toute exploitation incorrecte.

Les portes d'accès pour les appareillages de connexion et les appareillages de commande doivent être verrouillées pour empêcher tout accès quand l'équipement est sous tension et doivent être équipées d'une clé dont l'usage est réservé au personnel compétent.

### **9.8 Câbles et câblage**

#### **9.8.1 Conducteurs**

Les conducteurs des câbles externes aux composants de l'installation de propulsion, autres que les câbles et les fils d'interconnexion des ordinateurs, enregistreurs de données ou autres équipements d'automatisation qui exigent des courants de très petite valeur, doivent comporter au minimum sept brins et avoir une section au minimum égale à 1 mm<sup>2</sup>.

#### **9.8.2 Câblage interne**

Le câblage interne de l'appareillage principal, y compris le câblage du tableau, doit être ignifuge, conformément aux normes IEC 60332-1-2 et IEC 60332-3-22.

Il convient de prendre en compte l'utilisation de matériaux sans halogène, en se référant par exemple à l'IEC 61892-4.

#### **9.8.3 Jeux de barres**

Les jeux de barres pour le transport de l'énergie doivent être conçus pour une exploitation à vie avec possibilité limitée de maintenance, ou tous les joints doivent être accessibles pour inspection et maintenance.

### **9.9 Circuit principal et de contrôle**

#### **9.9.1 Contrôle**

Les systèmes basés sur l'informatique doivent être conçus et soumis à des essais conformément à l'IEC 60092-504.

#### **9.9.2 Système de gestion de l'alimentation**

En plus des exigences décrites dans l'IEC 60092-504, les exigences suivantes doivent s'appliquer:

Pour l'alimentation avec des générateurs exploités en parallèle, un appareil/programme informatique doit être présent pour la gestion de l'alimentation automatique, ce qui permettra

une génération de l'alimentation adéquate, même en transit/manœuvre. La déconnexion basée sur la charge automatique des générateurs diesel en mode de manœuvre est interdite.

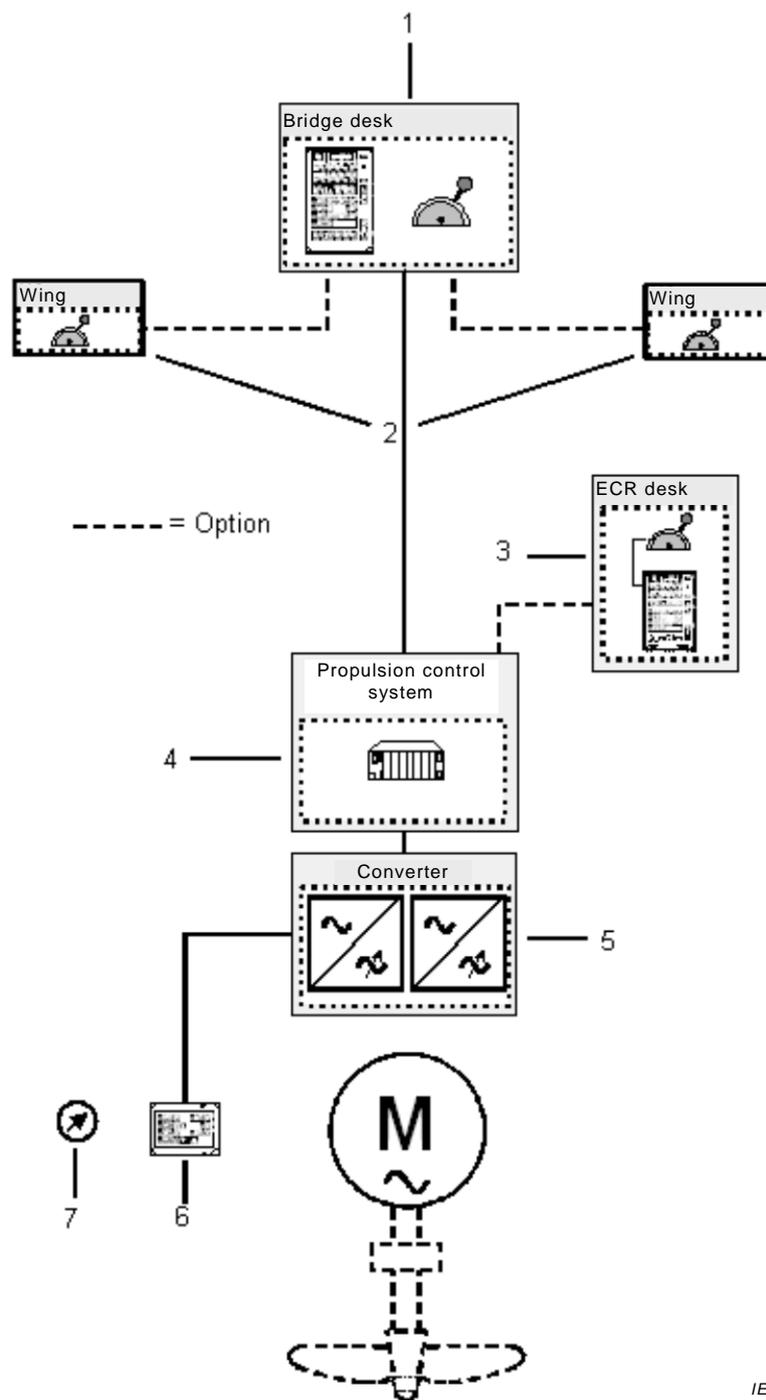
En cas de sous-fréquence de l'alimentation, de surintensité, de surcharge ou d'inversion de puissance des générateurs de propulsion ou de surintensité des alimentations de grande taille, le système de gestion de l'alimentation doit prendre les actions nécessaires pour assurer l'alimentation du système de propulsion.

Si plusieurs générateurs fonctionnent en parallèle et si l'un d'entre eux subit un déclenchement, le système d'alimentation doit être équipé de moyens adaptés pour réduire la charge afin de protéger les autres générateurs des étapes de charges inacceptables. La même exigence s'applique aux disjoncteurs de circuit commun.

Même si le déclenchement d'un disjoncteur de circuit commun peut ne conduire à aucun dysfonctionnement, le système ne doit pas rester en mode automatique si l'alimentation est coupée.

Toute perte d'une fonction automatique doit faire l'objet d'une alarme.

Voir Figure 2.



IEC

**Légende**

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1 Bureau de la passerelle   | 5 Convertisseurs            |
| 2 Aile  | 6 Panneau de contrôle local |
| 3 Bureau de la salle de commande des moteurs (ECR, <i>Engine control room</i> ) | 7 Récepteur télégraphique   |
| 4 Système de contrôle de la propulsion  |                             |

**Figure 2 – Configuration de contrôle type****9.9.3 Circuits et composants**

**9.9.3.1** Les systèmes équipés d'au moins deux générateurs de propulsion, d'au moins deux convertisseurs à semiconducteurs ou d'au moins deux moteurs sur un arbre porte-hélice

doivent être arrangés de sorte qu'une unité puisse être mise hors service et déconnectée électriquement.

**9.9.3.2** Si un système de propulsion ne contient qu'un générateur et qu'un moteur et s'il ne peut pas être connecté à un autre système de propulsion, il convient de fournir plusieurs allumeurs pour chaque machine. Cela n'est toutefois pas nécessaire pour les générateurs à auto-excitation ou pour les unités de propulsion à plusieurs hélices, où tout allumeur supplémentaire peut être commun pour l'unité.

**9.9.3.3** Chaque allumeur doit être alimenté par une alimentation distincte.

**9.9.3.4** Les circuits de champs doivent être équipés de moyens pour supprimer la montée de la tension à l'ouverture d'un commutateur de champ.

**9.9.3.5** Si un générateur de service est aussi utilisé à des fins de propulsion autres que pour augmenter la puissance de propulsion, les composants qui font alors partie du circuit de propulsion doivent être conformes aux exigences de la présente norme.

**9.9.3.6** Dans des systèmes de régulation avec contrôle du retour, une considération particulière doit être apportée à la garantie d'un haut niveau de fiabilité.

**9.9.3.7** La conception du circuit et des composants doit être telle qu'une panne d'un signal de contrôle ne doit pas provoquer une hausse excessive de la vitesse de l'hélice.

Le transmetteur de la valeur de référence de l'équipement de contrôle doit être conçu de sorte qu'un défaut dans les transmetteurs de valeurs voulus ou dans les câbles entre la station de contrôle et le système de propulsion ne doit pas provoquer une hausse substantielle de la vitesse de l'hélice.

**9.9.3.8** Il ne doit être possible de démarrer les moteurs que quand le levier de commande est en position zéro et quand l'installation est prête pour l'exploitation.

Il convient que le changement de responsabilité de la manœuvre soit possible sans modification substantielle de la vitesse de l'hélice, de la direction ou du pas le cas échéant.

**9.9.3.9** Chaque station de contrôle doit avoir un appareil d'arrêt d'urgence indépendant du levier de contrôle.

## **9.10 Protection du système**

### **9.10.1 Protection**

**9.10.1.1** Les appareils de protection contre les surintensités, le cas échéant, dans les circuits d'alimentation doivent être réglés sur une valeur suffisamment élevée pour qu'il n'y ait aucune possibilité de les voir être exploités à cause de la surintensité provoquée par une manœuvre ou une exploitation normale dans une mer formée ou dans de la glace brisée flottante.

**9.10.1.2** Dans les circuits d'allumage, aucune protection contre les surcharges ne doit provoquer l'ouverture du circuit.

**9.10.1.3** Des moyens doivent être fournis pour le déclenchement sélectif ou la réduction rapide des flux magnétiques des générateurs ou des moteurs afin de garantir que les surintensités n'atteignent pas des valeurs qui peuvent mettre l'installation en danger.

**9.10.1.4** Des moyens de détection des fuites de terre doivent être fournis pour les circuits de propulsion principaux et doivent être arrangés pour exploiter une alarme en cas de défaut de terre. Lorsque le courant qui circule par défaut est susceptible de causer des dommages, des arrangements de déclenchement doivent être fournis.

Il convient de fournir des moyens pour détecter les fuites de terre dans les circuits d'allumage des machines de propulsion, mais cela peut être omis dans les circuits des systèmes d'allumage sans balai et des machines assignées jusqu'à 500 kW.

**9.10.1.5** Les éléments du semiconducteur dans les convertisseurs à semiconducteurs doivent disposer d'une protection par fusible ou être protégés convenablement par d'autres moyens.

**9.10.1.6** S'il existe une possibilité de blocage de l'hélice (par exemple, dans des conditions de brisage de glace), une protection contre les dommages de l'installation de propulsion doit être fournie.

## **9.10.2 Instrumentation**

### **9.10.2.1 Généralités**

Au minimum les instruments suivants, en plus de ceux exigés dans l'IEC 61892-3, doivent être fournis et montés dans l'assemblage de contrôle principal ou à tout autre emplacement adéquat.

Il convient de faire attention aux effets de la puissance régénérée sur les wattmètres et les ampèremètres, car les valeurs peuvent être supérieures à celles supposées dans l'IEC 61892-3.

Il convient de prendre en compte la fourniture d'une indication locale de la température des paliers quand les machines sont graissées à l'huile.

NOTE Une proposition de matrice d'alarme est fournie dans l'IEC 60092-501:2013, Annexe A.

### **9.10.2.2 Systèmes de propulsion CA**

Pour chaque générateur de propulsion, l'instrumentation suivante doit être fournie:

- un ampèremètre pour mesurer chaque phase;
- un voltmètre pour mesurer chaque phase;
- un wattmètre triphasé;
- un tachymètre ou un fréquencemètre.

Lorsque la puissance assignée des semiconducteurs est une partie substantielle de la puissance assignée des générateurs, il convient que les voltmètres du (des) générateur(s) indiquent la valeur arithmétique moyenne de la tension.

Pour les systèmes à plusieurs générateurs, des voltmètres et des fréquencemètres commutés peuvent aussi être utilisés. Un compteur de facteur de puissance, un kilovarmètre ou un ampèremètre de champ seront aussi exigés si les générateurs doivent être exploités en parallèle.

Pour les générateurs à propulsion assignés au-dessus de 500 kW, les instrumentations suivantes doivent être fournies:

- un indicateur de température pour lire directement la température des enroulements de stator.

Pour les moteurs à propulsion alimentés par le système électrique principal, les instrumentations suivantes doivent être fournies:

- un ampèremètre pour l'intensité d'alimentation de chaque moteur et un ampèremètre pour l'intensité de champ de chaque moteur synchrone.

Pour les moteurs à propulsion assignés au-dessus de 500 kW, les instrumentations suivantes doivent être fournies:

- un indicateur de température pour lire directement la température des enroulements de moteur.

Pour chaque arbre porte-hélice, l'instrumentation suivante doit être fournie:

- un indicateur de vitesse.

Pour les convertisseurs qui appliquent une connexion parallèle des ponts des semiconducteurs, un ampèremètre peut être utilisé pour chaque pont de semiconducteurs. Cela devra normalement faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

**9.10.2.3** Lorsque plusieurs stations de contrôle sont fournies pour les hélices à vitesse variable, un indicateur de la vitesse de l'hélice doit être fourni à chaque station de contrôle.

**9.10.2.4** Quand un contrôle en dehors de la salle des machines est utilisé, les instruments qui donnent les informations nécessaires sur le système de propulsion électrique principal doivent être installés à un emplacement pratique près d'une telle station.

**9.10.2.5** La station de contrôle du système de propulsion doit avoir au minimum les indications suivantes pour chaque hélice:

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| prêt pour l'exploitation | – les circuits d'alimentation et les auxiliaires nécessaires sont fonctionnels;   |
| défaut                   | – l'hélice n'est pas contrôlable;   |
| limitation de puissance  | – en cas de perturbations, par exemple dans les ventilateurs des moteurs à propulsion, dans les convertisseurs, alimentation en eau de refroidissement ou limitation de charge des générateurs. |

Voir aussi 9.2.

## 9.11 Transformateurs de propulsion

Les transformateurs et les réacteurs doivent être conformes à l'IEC 61892-3 et les transformateurs de puissance, conformes à l'IEC 61378-1 et à la série IEC 60076.

Il convient de prendre en considération l'isolation renforcée et la marge d'échauffement adéquate pour tous les transformateurs haute tension, en vue de réduire les cas de défauts.

D'autres exigences sont données dans l'IEC 60092-501:2013, Article 9.

## 9.12 Essai

Les essais normalisés des éléments individuels de l'équipement doivent être effectués comme spécifié dans l'IEC 61892-6.

Autant que possible, il convient que tous les essais d'acceptation de norme soient effectués chez le fabricant.

Il convient que les séries d'essais à quai et en mer comprennent les essais de manœuvre et de durée. Il convient que cela inclue une inversion de l'unité d'une vitesse totale en marche avant à une vitesse totale en marche arrière, des essais d'exploitation de tous les appareils de protection et des essais de stabilité pour le contrôle. Il convient d'effectuer tous les essais nécessaires pour démontrer que chaque élément de l'installation et que le système dans son ensemble sont satisfaisants pour le service. Immédiatement avant et après les séries, il convient de mesurer et d'enregistrer la résistance de l'isolation.

## 10 Positionnement dynamique

Les dispositions des instructions IMO pour les vaisseaux avec des systèmes de positionnement dynamique (voir OMI/MSC/Circ. 645, Annexe) doivent être consultées.

L'OMI a établi des instructions pour la redondance et les niveaux d'équipement des vaisseaux DP. Il existe trois niveaux d'équipement, dénotés classes d'équipement 1, 2 et 3. Il convient que la classe de vaisseau exigée pour une opération particulière soit déterminée sur la base d'une analyse de risque dans les conséquences d'une perte de position:

Equipement de classe 1: une perte de position peut se produire dans le cas d'un défaut unique;

Equipement de classe 2: une perte de position ne doit pas se produire dans le cas d'un seul défaut, quel que soit le composant ou le système actif;

Equipement de classe 3: redondance de tous les composants et séparation physique des composants en cas d'inondation ou d'incendie du compartiment.

Afin de vérifier les performances du système DP intégré dans le système de contrôle total de l'unité, un essai de vérification du système amélioré peut être effectué. Voir l'Annexe A pour plus de détails.

## 11 Systèmes de ballast

### 11.1 Généralités

Les unités doivent être équipées d'un système de pompage suffisant, capable de ballaster et de déballaster toute citerne de ballast en exploitation normale comme en transit.

Sur des unités autoélevatrices, des systèmes de ballast peuvent ne pas être exigés.

### 11.2 Pompes de ballast

**11.2.1** Les moteurs des pompes de ballast doivent pouvoir être connectés à un tableau de secours.

**11.2.2** Le système de ballast doit pouvoir être exploité après la perte d'un seul composant dans le système d'alimentation.

**11.2.3** Le système de ballast doit toujours pouvoir être exploité quand l'unité est

- sous l'inclinaison attendue dans la condition d'exploitation indiquée à l'Article 5 et
- alimentée via le tableau d'urgence, avec l'unité en "condition endommagée", comme spécifié par les autorités compétentes.

### 11.3 Systèmes de contrôle et de signalisation

**11.3.1** Une station de contrôle du ballast centrale doit être fournie. Elle doit se trouver au-dessus de la ligne de flottaison de pire dégât et être suffisamment protégée des conditions météorologiques. Elle doit être équipée des systèmes de contrôle et d'indication suivants le cas échéant:

- a) système de contrôle de la pompe de ballast;
- b) système qui indique l'état de la pompe de ballast;
- c) système de contrôle de la vanne de ballast;
- d) système qui indique la position de la vanne de ballast;
- e) système qui indique le niveau du réservoir;

- f) système qui indique l'écoulement;
- g) indicateurs de rognage et de coupe;
- h) système d'indication de disponibilité de l'alimentation (principale et d'urgence);
- i) système d'indication de la pression hydraulique/pneumatique du système de ballast;
- j) indication de l'état et du contrôle des vannes et de la pompe de cale;
- k) indication de la position et du contrôle des portes étanches, des volets de fermeture WT des conduits VCA et des ouvertures WT;
- l) indication de la tension de la chaîne d'ancrage;
- m) pompes de levage de l'eau de mer de refroidissement des utilitaires et des processus, indication d'état et de contrôle, vannes de prise d'eau à la mer pour les pompes ci-dessus, contrôle et indication.

**11.3.2** En plus du contrôle à distance des vannes et des pompes de ballast depuis la station de contrôle du ballast centrale, toutes les vannes et les pompes de ballast doivent être équipées d'une commande locale indépendante exploitable en cas de panne du contrôle à distance. La commande locale indépendante de chaque pompe de ballast et des vannes du réservoir de ballast associées doit être au même endroit.

**11.3.3** Les systèmes d'indication et de contrôle énumérés en 11.3.1 doivent fonctionner de façon indépendante les uns des autres ou disposer d'une redondance suffisante, de sorte que la panne d'un système n'empêche pas l'exploitation des autres systèmes.

**11.3.4** Chaque vanne de ballast actionnée par l'alimentation doit passer en position fermée en cas de perte de l'alimentation de contrôle. A la réactivation de l'alimentation de contrôle, chacune de ces vannes doit rester fermée jusqu'à ce que l'opérateur de contrôle du ballast ait repris le contrôle du système réactivé. Les autorités compétentes peuvent accepter des dispositions de vannes de ballast qui ne passent pas en position fermée en cas de perte d'alimentation, à condition que les autorités compétentes soient convaincues que la sécurité de l'unité n'est pas compromise.

**11.3.5** Le système d'indication du niveau du réservoir spécifié en 11.3.1e) doit permettre

- a) d'indiquer les niveaux de liquide dans tous les réservoirs de ballast. Un moyen secondaire de déterminer les niveaux dans les réservoirs de ballast, qui peut être un tuyau de sonde, doit être fourni. Les capteurs de niveau des réservoirs ne doivent pas être situés dans les conduits d'aspiration des réservoirs;
- b) d'indiquer le niveau de liquide dans les autres réservoirs, par exemple mazout, eau potable, eau de forage ou stockage de liquides, dont le remplissage ou le vidage, aux yeux des autorités compétentes, peut affecter la stabilité de l'unité. Les capteurs de niveau des réservoirs ne doivent pas être situés dans les conduits d'aspiration des réservoirs.

**11.3.6** Le système qui indique l'écoulement spécifié en 11.3.1f) doit indiquer l'écoulement à chaque coin de l'unité ou à une position représentative, comme exigé par les autorités compétentes.

Les enveloppes des composants électriques du système de ballast, dont la panne peut provoquer une exploitation non sûre du système de ballast quand du liquide pénètre dans l'enveloppe, doivent avoir un degré minimal de protection, comme spécifié dans l'IEC 61892-2.

**11.3.7** Un moyen d'indiquer qu'une vanne est ouverte ou fermée doit être fourni à chaque endroit depuis lequel la vanne peut être contrôlée. Les indicateurs doivent se reposer sur le mouvement de la broche de la vanne.

**11.3.8** Des moyens doivent être fournis au niveau de la station de contrôle du ballast centrale pour isoler ou déconnecter la commande de la pompe de ballast et le système de

contrôle de la vanne de ballast de leurs sources d'alimentation électrique, pneumatique ou hydraulique.

#### **11.4 Communication interne**

Un moyen de communication installé de façon permanente, indépendant de la source d'alimentation électrique principale de l'unité, doit être fourni entre la station de contrôle du ballast centrale et les espaces qui contiennent les vannes/les pompes de ballast ou tout autre espace qui peut contenir des équipements nécessaires à l'exploitation du système de ballast.

#### **11.5 Protection contre les submersions**

**11.5.1** Chaque alimentation et vidage d'eau de mer dans l'espace en dessous de la ligne de charge assignée doit être équipé d'une vanne exploitable depuis une position accessible en dehors de l'espace des unités suivantes:

- a) toutes les unités stabilisées par des colonnes;
- b) toutes les autres unités quand l'espace où se trouve la vanne n'est normalement pas surveillé et n'est pas équipé d'une détection d'un niveau de l'eau élevé dans la cale.

**11.5.2** Les indicateurs et les systèmes de contrôle fournis pour les portes étanches et les couvercles d'écouille doivent être exploitables dans des conditions normales et en cas de perte de l'alimentation principale. Quand de l'énergie stockée est fournie à cette fin, sa capacité doit être satisfaisante pour les autorités compétentes.

### **12 Systèmes de connexion**

#### **12.1 Généralités**

Le système de levage des unités autoélévatrices doit être conçu et construit avec une redondance suffisante pour que, en cas de panne d'un des composants du système de connexion, des systèmes d'alimentation électrique et hydraulique ou des systèmes de contrôles, le système puisse continuer à se brancher ou se maintenir en place.

Il convient que les prises qui agissent sur une branche soient capables d'appliquer une charge pour laquelle la branche a été conçue.

#### **12.2 Conception**

Le système doit être conçu de sorte que toute surcharge des composants électrique soit évitée, quelles que soient les opérations réalisées.

Les éléments électriques à prendre en compte incluent:

- le contrôleur du moteur;
- les caractéristiques des moteurs électriques;
- le couple de freinage;
- le verrouillage entre les moteurs électriques et le système de bâti de fixation (le cas échéant).

Les freins doivent automatiquement s'engager en cas de panne d'alimentation de la machine de levage.

#### **12.3 Capacité d'entreposage**

**12.3.1** Pour les unités autoélévatrices sans système de fixation, la capacité d'entreposage exigée doit être basée sur la charge maximale. La capacité de freinage (couple de friction

statique) ne doit pas être inférieure à 1,3 fois la charge maximale, en fonction de l'efficacité mécanique des organes de distribution.

**12.3.2** Pour les unités autoélevatrices avec système de fixation, la capacité d'entreposage exigée doit être basée sur la précharge. La capacité de freinage (couple de friction statique) ne doit pas être inférieure à 1,2 fois la précharge, en fonction de l'efficacité mécanique.

NOTE Pour les unités autoélevatrices sans système de fixation, la charge maximale est définie comme la réaction maximale entre une jambe et la machinerie de connexion en cas de tempête (poids maximal + réaction de tempête).

## **12.4 Capacité du moteur électrique**

**12.4.1** La capacité du moteur électrique doit être suffisante pour les exigences de levage telles que:

- levage de la plate-forme avec une charge déséquilibrée (mais dans les tolérances approuvées) pour une durée spécifique;
- levage en précharge, si spécifié, avec une durée spécifiée.

On doit également prendre en considération la friction entre les jambes et les guides, ainsi que l'efficacité des transmissions des systèmes.

**12.4.2** Les caractéristiques de couple des moteurs électriques doivent être telles que le moteur ne peut endommager aucune partie de la transmission ou du mécanisme de pignon dans le cas d'un blocage mécanique du système de levage.

## **12.5 Contrôle et surveillance**

**12.5.1** Une surveillance adaptée du système doit être fournie aux commandes des exploitations d'élévation. Le cas échéant, cette surveillance doit indiquer la disponibilité de la puissance, la position du système de fixation (noyau), le déséquilibre, la puissance électrique du moteur en fonctionnement et la surcharge du moteur.

**12.5.2** A des fins d'équilibrage de la charge entre les unités de connexion, le couple de l'unité (au niveau du moteur électrique) doit être vérifié et ajusté si nécessaire. Cela doit être fait après le levage de la plate-forme et après avoir été soumis aux conditions météorologiques qui peuvent avoir altéré la distribution.

NOTE Cette exigence ne s'applique pas si un appareil de contrôle de charge automatique est utilisé.

## **12.6 Connexion des moteurs à engrenages et du contrôleur du moteur**

### **12.6.1 Généralités**

La connexion des installations de moteurs à engrenages doit être conforme à l'IEC 61892-6, à l'exception des installations de moteurs de groupes, qui doivent être autorisées comme indiqué de 12.6.2 à 12.6.5.

### **12.6.2 Installation du groupe**

Sur chaque branche, au moins deux moteurs, quelle que soit leur charge, peuvent être connectés au même circuit de branche.

### **12.6.3 Protection contre les surintensités**

Le circuit de branche doit être équipé d'un jeu de protection contre les courts-circuits à pas plus de dix fois la somme des courants à pleine charge des moteurs.

#### **12.6.4 Protection en marche**

Une alarme visuelle et sonore doit être fournie au niveau de la station de contrôle de connexion pour indiquer la condition de surcharge dans n'importe lequel des moteurs de connexion.

#### **12.6.5 Mesure**

Il suffit que la surveillance de la puissance du moteur spécifiée en 12.5.1 surveille le circuit de branche et pas chaque moteur individuel.

#### **12.7 Essais à bord**

**12.7.1** La machinerie élévatrice doit être soumise à un essai fonctionnel pendant au moins un cycle complet de toutes les conditions spécifiées données en 12.5.2 et avec la pleine précharge. Pendant ces essais, l'ensemble des alarmes, des fonctions de freinage et des verrouillages donnés en 12.3.1 et en 12.3.2, le cas échéant, doit être vérifié.

Les déformations de coussins de choc, le couple d'entrée du moteur électrique et les engrènements pignon/crémaillère en fonction de la vitesse doivent être vérifiés pour toutes les conditions de charge.

**12.7.2** Après l'essai de levage, les couples de freinage doivent être vérifiés et ajustés si nécessaire.

### **13 Systèmes d'ancrage**

#### **13.1 Généralités**

Les arrangements d'ancrage, quand ils sont installés dans le seul but de conserver une position, doivent être équipés de facteurs de sécurité adaptés et être conçus pour maintenir l'unité de la station dans toutes les conditions de conception. Les arrangements doivent être tels que la panne d'un seul composant ne doit pas provoquer de panne progressive des autres arrangements d'ancrage.

#### **13.2 Arrangements d'ancrage**

**13.2.1** Chaque guindeau d'ancre doit avoir son système d'alimentation dédié, sauf le système de mouillage passif, qui peut être équipé de systèmes transportables qui alimentent plusieurs guindeaux.

**13.2.2** Chaque guindeau d'ancre doit avoir un système de contrôle indépendant, où l'alimentation est issue de circuits individuels sans les alimentations communes ou les appareils de protection communs.

**13.2.3** La conception des guindeaux doit fournir une capacité de freinage dynamique adéquate pour contrôler les combinaisons normales de charge de l'ancre, du câble d'ancrage et navire mouilleur pendant le déploiement des ancres à la vitesse de récupération de la conception maximale du guindeau.

**13.2.4** A la perte de l'alimentation des guindeaux, le système de freinage électrique doit être automatiquement appliqué et être capable de tenir contre 50 % de la capacité de freinage statique totale du guindeau.

#### **13.3 Systèmes de contrôle**

**13.3.1** Chaque guindeau doit pouvoir être contrôlé d'une position avec une bonne vue sur l'opération.

NOTE Cela inclut les guindeaux d'ancres, les guides-câbles, les câbles et les navires mouilleurs.

**13.3.2** Des moyens doivent être fournis à chaque station de contrôle de guindeau pour surveiller la tension du câble et la puissance du guindeau, mais aussi pour indiquer la quantité de câble récupérée.

**13.3.3** Une station de contrôle pilotée doit être équipée de moyens pour indiquer les tensions des câbles, ainsi que la vitesse et la direction du vent.

**13.3.4** Des moyens fiables doivent être fournis pour communiquer entre tous les emplacements critiques à une opération d'ancrage.

**13.3.5** Des moyens locaux et à distance doivent être fournis pour permettre aux ancres d'être libérées de l'unité en cas de perte de l'alimentation.

**13.3.6** Les circuits doivent être arrangés pour le transfert automatique dans le cas d'une panne de l'alimentation de contrôle normale, mais peuvent ne pas être réservés à l'alimentation du contrôle d'exploitation de l'ancre.

**13.3.7** L'exploitation des arrangements de transfert ne doit pas provoquer de panne de l'alimentation.

#### **13.4 Systèmes d'ancrage assistés du propulseur (TA, *Thruster-assisted*)**

Une attention particulière doit être accordée aux arrangements dans lesquels les systèmes d'ancrage fournis sont utilisés conjointement à des propulseurs afin de maintenir l'unité sur la station.

## Annexe A (informative)

### Essai de vérification de système amélioré (essai de matériel incorporé) pour unités mobiles à positionnement dynamique

#### A.1 Généralités

Les systèmes de contrôle actuels sont largement intégrés; aussi, la panne d'un sous-système peut avoir des conséquences graves sur la sécurité de l'exploitation des autres systèmes. Afin de savoir si et comment la panne d'un système peut avoir des conséquences pour d'autres systèmes, un essai de vérification du système amélioré peut être effectué. Ce type d'essai est normalement qualifié d'essai de matériel incorporé (HIL, *hardware-in-the-loop*).

L'essai HIL de systèmes de contrôle logiciels implique l'utilisation d'une technologie de simulation pour vérifier les fonctionnalités logicielles des systèmes de contrôle essentiels pour que l'unité offshore soit exploitée de façon sûre et efficace. L'essai HIL est composé d'activités d'essai conduites et documentées par un tiers indépendant compétent pendant la construction et la maintenance de l'unité offshore. L'objectif est de vérifier que l'unité offshore est adaptée à la fonction à laquelle elle est destinée. Les critères d'acceptation de l'essai doivent être basés sur les exigences des autorités compétentes, les spécifications du client, les spécifications de la conception fonctionnelle et l'utilisation prévue de l'unité offshore.

#### A.2 Domaine d'application de l'essai HIL

Le domaine d'application de l'essai HIL doit être adapté aux fonctionnalités essentielles exigées pour une exploitation sûre et efficace conformément à l'utilisation prévue de l'unité offshore.

Au minimum, les fonctions ou les systèmes ci-dessous doivent être considérés comme essentiels et doivent être soumis à un essai de simulation de matériel incorporé (HIL) effectué, conduit et documenté par un tiers indépendant et compétent.

Unités de forage avec système de contrôle de positionnement dynamique

- Système de gestion de l'alimentation
- Système de contrôle du pilotage, de la propulsion et du propulseur
- Systèmes de contrôle de grue sous-marine de déchaussement compensé (si applicable)
- Systèmes de contrôle du plancher de manœuvre et des machines de forage, typiquement treuil de forage/mécanismes de levage, compensateurs de pilonnement, mécanisme d'entraînement supérieur, machines de manutention des tubes, système anticollision et gestion de zone
- Panneau de commande BOP
- Systèmes de contrôle d'entraînement à vitesse variable de forage (le cas échéant)
- Système de mouillage à position assistée du propulseur (si applicable)
- Panneau de contrôle du système de déconnexion d'urgence (si applicable)

Unités FPSO/FPU avec système de contrôle de positionnement dynamique

- Système de gestion de l'alimentation
- Système de contrôle du pilotage, de la propulsion et du propulseur
- Système de mouillage à position assistée du propulseur (si applicable)

### A.3 Programme et processus de travail

L'essai HIL doit être effectué dès qu'un système de contrôle essentiel est mis en service ou modifié. Cela signifie que l'essai HIL doit être effectué dans le cadre de

- la construction de l'unité offshore (nouvelle construction);
- la rénovation des systèmes de contrôle essentiels;
- les mises à niveau majeures des systèmes de contrôle essentiels, y compris les mises à niveau logicielles;
- la maintenance périodique nécessaire.

L'essai HIL doit impliquer des essais fonctionnels et de panne approfondis, conduits et documentés par un tiers indépendant compétent pour l'essai d'acceptation en usine (FAT, *Factory Acceptance Test*) de chaque système, mais aussi pendant la mise en service ou les séries en mer (si applicable) pour chacun des systèmes, afin de vérifier que les fonctionnalités logicielles et matérielles du système de contrôle se comportent conformément aux critères d'acceptation suivants:

- les exigences des autorités compétentes pour l'unité offshore;
- les spécifications du client;
- les spécifications de conception fonctionnelle pour les systèmes d'unité offshore;
- l'utilisation prévue de l'unité offshore.

### A.4 Exigences pour les fabricants de systèmes de contrôle

Le fabricant d'un système de contrôle qui doit être soumis à un essai HIL doit fournir une interface de signal documentée, sûre et pratique, ainsi qu'une procédure pour la connexion d'un simulateur HIL tiers externe à son système de contrôle pour l'essai HIL. Il convient que soit pris en charge un essai sûr et efficace à l'usine et à bord de l'unité offshore quand le système de contrôle spécifique est au repos.

### A.5 Documentation et approbation

L'essai HIL doit être effectué et documenté conformément aux normes de l'industrie établies les plus élevées et aux meilleures pratiques pour les unités offshore. Le tiers indépendant qui fait et conduit l'essai HIL ne doit pas être le chantier naval, le propriétaire de l'unité offshore ni le fabricant d'un système de contrôle essentiel de l'unité offshore.

L'essai HIL doit fournir la preuve que l'unité offshore satisfait aux exigences de performances et aux critères d'acceptation énumérés.

## Bibliographie

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire électrotechnique international* (disponible sur <http://www.electropedia.org>)

IEC 60034-6, *Machines électriques tournantes – Part 6: Modes de refroidissement (Code IC)*

IEC 61892-4, *Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 4: Cables* (disponible en anglais seulement)

Code OMI MODU, *Recueil de règles relatives à la construction et à l'équipement des unités mobiles de forage au large*

---





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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)