

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

92-501

Troisième édition
Third edition
1984-09

Installations électriques à bord des navires –

**Partie 501:
Caractéristiques spéciales –
Installations de propulsion électrique**

Electrical Installations in ships –

**Part 501:
Special features – Electric propulsion plant**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 92-501: 1984

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

92-501

Troisième édition
Third edition
1984-09

Installations électriques à bord des navires –

**Partie 501:
Caractéristiques spéciales –
Installations de propulsion électrique**

Electrical installations in ships –

**Part 501:
Special features – Electric propulsion plant**

© CEI 1984 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE.	4
AVANT-PROPOS	8
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Définitions	8
SECTION UN — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES	
3. Couple et vitesses critiques	10
4. Lubrification	10
5. Prescriptions générales relatives aux machines primaires d'entraînement	12
SECTION DEUX — GÉNÉRATRICES, MOTEURS, CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS ET ACCOUPLEMENTS ÉLECTRIQUES À GLISSEMENT	
6. Température et ventilation des machines et équipements	12
7. Accessibilité et moyens de réparation sur place.	14
8. Protection contre l'humidité et la condensation	14
9. Courts-circuits brusques	14
10. Survitesse des moteurs de propulsion à courant continu	16
11. Groupes d'excitation.	16
12. Critères de conception des convertisseurs à semiconducteurs	16
SECTION TROIS — APPAREILLAGE DE COMMANDE	
13. Emplacement des dispositifs de manœuvre	18
14. Fonctionnement des dispositifs de manœuvre	18
15. Verrouillage des moyens de commande.	20
SECTION QUATRE — CÂBLES ET CONDUCTEURS	
16. Construction	20
SECTION CINQ — CIRCUITS PRINCIPAUX ET CIRCUITS DE COMMANDE	
17. Circuits et composants	20
SECTION SIX — PROTECTION DE L'INSTALLATION	
18. Protection	22
19. Instrumentation.	24
SECTION SEPT — ESSAIS	
20. Essais en usine	28
21. Essais à quai et en mer.	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE.	5
INTRODUCTION	9
Clause	
1. Scope	9
2. Definitions	9
SECTION ONE – GENERAL CONSIDERATIONS	
3. Torque and critical speeds	11
4. Lubrication.	11
5. General requirements of prime-movers	13
SECTION TWO – GENERATORS, MOTORS, SEMICONDUCTOR CONVERTORS AND ELECTRIC SLIP-COUPINGS	
6. Machine and equipment temperature and ventilation	13
7. Accessibility and facilities for repairs <i>in situ</i>	15
8. Protection against moisture and condensate	15
9. Sudden short circuits	15
10. Overspeeding of d.c. propulsion motors.	17
11. Exciter sets.	17
12. Semiconductor convertor design data.	17
SECTION THREE – CONTROL GEAR	
13. Location of manoeuvring controls	19
14. Operation of manoeuvring controls	19
15. Interlocking of the means of control	21
SECTION FOUR – CABLES AND WIRING	
16. Construction	21
SECTION FIVE – MAIN AND CONTROL CIRCUITS	
17. Circuitry and components	21
SECTION SIX – PROTECTION OF THE SYSTEM	
18. Protection	23
19. Instrumentation.	25
SECTION SEVEN – TESTING	
20. Work tests	29
21. Dock and sea trials	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

501^e partie: Caractéristiques spéciales – Installations de propulsion électrique

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 18 de la CEI: Installations électriques à bord des navires. Elle constitue une des parties de la Publication 92 de la CEI, qui traite des installations électriques à bord des navires. La première édition de cette publication fut publiée en 1937.

Une deuxième édition se composait de six parties; elle fut publiée en 1964 (Publication 92-1) et en 1965 (Publications 92-2, 92-3, 92-4, 92-5 et 92-6).

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition, à l'exception du chapitre X de la Publication 92-3: Troisième partie: Câbles (construction, essais et installation), qui est à l'étude. (Veuillez consulter la dernière édition du Catalogue des publications.)

La série se compose des publications suivantes:

Publications n^{os} 92-101: Installations électriques à bord des navires,

- 101^e partie: Définitions et prescriptions générales.
- 92-201: 201^e partie: Conception des systèmes – Généralités.
- 92-202: 202^e partie: Conception des systèmes – Protection.
- 92-301: 301^e partie: Matériel – Génératrices et moteurs.
- 92-302: 302^e partie: Matériel – Ensembles d'appareillage.
- 92-303: 303^e partie: Matériel – Transformateurs de puissance.
- 92-304: 304^e partie: Matériel – Convertisseurs à semiconducteurs.
- 92-305: 305^e partie: Matériel – Batteries d'accumulateurs.
- 92-306: 306^e partie: Matériel – Luminaires et appareillages d'installation.
- 92-307: 307^e partie: Matériel – Appareils de chauffage et de cuisson.
- 92-351: 351^e partie: Matériaux isolants pour câbles de transport d'énergie installés à bord des navires.
- 92-352: 352^e partie: Choix et pose des câbles pour réseaux d'alimentation à basse tension.
- 92-373: 373^e partie: Câbles de télécommunication et câbles pour fréquences radioélectriques pour utilisation à bord des navires – Câbles souples coaxiaux utilisés à bord des navires.
- 92-374: 374^e partie: Câbles de télécommunication et câbles pour fréquences radioélectriques pour utilisation à bord des navires – Câbles téléphoniques pour services de communications non essentielles.
- 92-375: 375^e partie: Câbles de télécommunication et câbles pour fréquences radioélectriques pour utilisation à bord des navires – Câbles pour communications, commandes et mesures, d'usage général.
- 92-376: 376^e partie: Câbles multipolaires pour circuits de commande pour installation à bord des navires.
- 92-401: 401^e partie: Installation et essais après achèvement.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 501: Special features – Electric propulsion plant

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as normal conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 18: Electrical Installations in Ships.

It forms a part of IEC Publication 92, which deals with electrical installations in ships.

The first edition of this publication was published in 1957.

A second edition consisted of six parts and was published in 1964 (Publication 92-1) and in 1965 (Publications 92-2, 92-3, 92-4, 92-5 and 92-6).

This third edition supersedes the second edition with the exception of Chapter X of Publication 92-3: Part 3: Cables (construction, testing and installation), which is under consideration. (Please see therefore the latest edition of the Catalogue of Publications.)

The series consists of the following publications:

Publications Nos. 92-101: Electrical Installations in Ships,

Part 101: Definitions and General Requirements.

92-201: Part 201: System Design – General.

92-202: Part 202: System Design – Protection.

92-301: Part 301: Equipment – Generators and Motors.

92-302: Part 302: Equipment – Switchgear and Controlgear Assemblies.

92-303: Part 303: Equipment – Transformers for Power and Lighting.

92-304: Part 304: Equipment – Semiconductor Converters.

92-305: Part 305: Equipment – Accumulator (storage) Batteries.

92-306: Part 306: Equipment – Luminaires and Accessories.

92-307: Part 307: Equipment – Heating and Cooking Appliances.

92-351: Part 351: Insulating Materials for Shipboard Power Cables.

92-352: Part 352: Choice and Installation of Cables for Low-voltage Power Systems.

92-373: Part 373: Shipboard Telecommunication Cables and Radio-frequency Cables – Shipboard Flexible Coaxial Cables.

92-374: Part 374: Shipboard Telecommunication Cables and Radio-frequency Cables – Telephone Cables for Non-essential Communication Services.

92-375: Part 375: Shipboard Telecommunication Cables and Radio-frequency Cables – General Instrumentation, Control and Communication Cables.

92-376: Part 376: Shipboard Multicore Cables for Control Circuits.

92-401: Part 401: Installation and Test of Completed Installation.

- 92-501: 501^e partie: Caractéristiques spéciales – Installations de propulsion électrique.
92-502: 502^e partie: Caractéristiques spéciales – Navires-citernes.
92-503: 503^e partie: Caractéristiques spéciales – Réseaux d'alimentation en courant alternatif aux tensions supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 11 kV.
92-504: 504^e partie: Caractéristiques spéciales – Conduite et instrumentation.
92-504A: Premier complément: Installations particulières de conduite et d'instrumentation.
92-505: 505^e partie: Caractéristiques spéciales – Unités mobiles de forage en mer.

Des projets relatifs à la 501^e partie furent discutés lors de la réunion tenue à Moscou en 1977, à Florence en 1978 et furent achevés lors de la réunion tenue à Stockholm en 1980. A la suite de cette dernière réunion, le projet, document 18(Bureau Central)491, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1981.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')
Allemagne
Australie
Belgique
Brésil
Canada
Chine
Egypte
France

Italie
Japon
Norvège
Pays-Bas
Pologne
République Démocratique Allemande
Royaume-Uni
Suède

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n^{os} 34-6: Machines électriques tournantes, Sixième partie: Modes de refroidissement des machines tournantes. (Première édition, 1969)
92-301: Matériel – Génératrices et moteurs.
92-302: Matériel – Ensembles d'appareillage.

- 92-501: Part 501: Special Features – Electric Propulsion Plant.
92-502: Part 502: Special Features – Tankers.
92-503: Part 503: Special Features – A.C. Supply Systems with Voltages in the Range Above 1 kV up to and Including 11 kV.
92-504: Part 504: Special Features – Control and Instrumentation.
92-504A: First supplement: Specific control and instrumentation installations.
92-505: Part 505: Special Features – Mobile Offshore Drilling Units.

Drafts for Part 501 were discussed at the meetings held in Moscow in 1977 and in Florence in 1978 and completed at the meeting held in Stockholm in 1980. As a result of the latter meeting, the draft, Document 18(Central Office)491, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Italy
Belgium	Japan
Brazil	Netherlands
Canada	Norway
China	Poland
Egypt	South Africa (Republic of)
France	Sweden
German Democratic Republic	United Kingdom
Germany	

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos. 34-6: Rotating Electrical Machines, Part 6: Methods of Cooling Rotating Machinery.
(First edition, 1969)

- 92-301: Equipment – Generators and Motors.
92-302: Equipment – Switchgear and Controlgear Assemblies.

Withstand
IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-501:1984

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

501^e partie: Caractéristiques spéciales – Installations de propulsion électrique

AVANT-PROPOS

La Publication 92 de la CEI: Installations électriques à bord des navires, comprend une série de normes internationales pour les installations électriques à bord des navires pour la navigation maritime, incorporant les règles de bonne pratique et coordonnant entre elles, dans la mesure du possible, les prescriptions existantes.

Ces normes constituent un code pour l'interprétation pratique et l'amplification des dispositions de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, un guide pour l'établissement des futures réglementations susceptibles d'être rédigées et un exposé de la pratique en vigueur destiné aux propriétaires de navires, aux constructeurs de navires et aux organismes compétents.

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable à l'équipement de propulsion électrique et aux installations correspondantes. Elle concerne les spécifications, l'installation et les essais des:

- moteurs de propulsion;
- génératrices de propulsion et leurs machines primaires d'entraînement;
- accouplements électriques;
- convertisseurs à semiconducteurs associés;
- systèmes d'excitation;
- systèmes, équipements de protection et instrumentation de commande et de contrôle;
- câbles et conducteurs.

Les propulseurs transversaux avant ou arrière compris comme dispositifs auxiliaires de gouverne, les groupes générateurs auxiliaires, ainsi que les machines de propulsion et le matériel de propulsion alimentés par batteries d'accumulateurs, sont exclus.

Note. – Les prescriptions figurant dans les autres articles de la Publication 92 de la CEI: Installations électriques à bord des navires, sont applicables aux installations de propulsion électrique, sauf exception mentionnée dans la présente norme. Les prescriptions applicables aux systèmes de propulsion peuvent s'appliquer également aux autres consommateurs directement liés au système de propulsion électrique principal et dont le fonctionnement est susceptible d'avoir une influence sur la propulsion ou la manœuvrabilité du navire.

2. Définitions

2.1 Machine de propulsion (électrique)

Machine tournante normalement destinée à fournir à un navire sa puissance de propulsion.

2.2 Convertisseur à semiconducteur

Dispositif statique faisant appel à des éléments à semiconducteurs pour convertir l'énergie électrique d'une forme à l'autre.

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 501: Special features – Electric propulsion plant

INTRODUCTION

IEC Publication 92: Electrical Installations in Ships, forms a series of international standards for electrical installations in sea-going ships, incorporating good practice and co-ordinating as far as possible existing rules.

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

1. Scope

This standard is applicable to electric propulsion machinery and plant and deals with the specifications, installation and testing of:

- propulsion motors;
- propulsion generators and their prime movers;
- electrical couplings;
- associated semiconductor convertors;
- excitation systems;
- control monitoring, instrumentation and protection equipment and systems; and
- wires and cables.

Bow and stern thrusters intended as auxiliary steering devices, all auxiliary generating plants and accumulator battery powered propulsion machinery and equipment are excluded.

Note. – The requirements given in other clauses of IEC Publication 92: Electrical Installations in Ships, are also applicable to electric propulsion installations, unless otherwise mentioned in this standard. Requirements applicable to propulsion systems may also be applicable to other power consumers directly connected to the main electric propulsion system, the functioning of which may influence the propulsion or manoeuvrability of the ship.

2. Definitions

2.1 Propulsion machine (electric)

A rotating machine normally intended to provide propulsive power.

2.2 Semiconductor convertor

A static device using semiconducting elements to convert electric energy from one state to another.

2.3 Accouplement électrique

Accouplement dans lequel le couple est transmis par l'interaction du champ magnétique produit par des pôles magnétiques situés sur l'un des éléments rotatifs et des courants induits dans l'autre élément rotatif.

Le champ magnétique peut être produit par excitation en courant continu, excitation par aimant permanent, ou excitation par courant alternatif. Les courants induits peuvent circuler dans une cage ou dans un enroulement isolé, ou peuvent être présents comme courants de Foucault.

Note. — Les accouplements utilisant un enroulement secondaire bobiné ou une cage sont dits à glissement, ou accouplements magnétiques. Les accouplements utilisant les effets des courants de Foucault sont dits accouplements à courants de Foucault.

SECTION UN – CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

3. Couple et vitesses critiques

- 3.1* Le couple normal disponible pour la manœuvre sur l'arbre des moteurs de propulsion doit être tel que le navire puisse être stoppé ou mis en marche arrière, alors qu'il est à sa vitesse maximale de service, dans un temps qui doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur du navire et le fabricant du matériel de propulsion électrique, fondé sur les caractéristiques couple-vitesse estimées de l'hélice pendant la manœuvre et sur d'autres caractéristiques nécessaires du navire fournies au constructeur de la partie électrique.
- 3.2 Une marge de couple suffisante doit être prévue dans les systèmes de propulsion à courant alternatif afin d'éviter les décrochages du moteur par gros temps et, dans le cas d'un navire à plusieurs hélices, au cours des virements de bord; elle est fondée sur les renseignements fournis concernant les caractéristiques du navire et de l'hélice.
- 3.3 En vue d'éviter des contraintes de torsion excessives et des vibrations de torsion d'amplitude exagérée, on doit accorder la plus grande attention à la coordination des constantes de masse et d'élasticité du système de propulsion, considéré dans son ensemble, et des caractéristiques électriques du système.
- 3.4 Le système peut comprendre les machines primaires d'entraînement, les génératrices, les convertisseurs, les excitatrices, les moteurs, les accouplements à glissement, les réducteurs, les lignes d'arbres et les hélices.

Les fabricants de ces composants doivent fournir aux parties responsables tous les renseignements nécessaires.

4. Lubrification

La lubrification des paliers des moteurs, des réducteurs et des arbres de propulsion doit être efficace à toutes les vitesses normales depuis les allures les plus basses, en marche avant comme en marche arrière.

Les arbres et les paliers ne doivent pas être endommagés par une rotation lente, que les moteurs soient alimentés ou non, ou qu'une telle rotation provienne de l'hélice, et pour toute température prévisible de l'huile.

* Ce paragraphe comporte des prescriptions qui doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur.

2.3 *Electrical coupling*

A coupling in which the torque is transmitted by the interaction of the magnetic field produced by magnetic poles on one rotating member and induced currents in the other rotating member.

The magnetic field may be produced by direct current excitation, permanent magnet excitation, or alternating current excitation. The induced currents may be carried in a cage or insulated winding or may be present as eddy currents.

Note. — Couplings utilizing a wound secondary winding or a cage winding are known as slip or magnetic couplings. Couplings utilizing eddy-current effects are known as eddy-current couplings.

SECTION ONE – GENERAL CONSIDERATIONS

3. **Torque and critical speeds**

- 3.1* The normal torque available in the propulsion motors for manoeuvring shall be such as to enable the vessel to be stopped or reversed when the vessel is travelling at its maximum service speed in a time to be agreed between the shipbuilder and the manufacturers of the electrical propulsion equipment based on the estimated torque-speed characteristics of the propeller during manoeuvring and on other necessary ship characteristics supplied to the manufacturers of the electrical systems.
- 3.2 Adequate torque margin shall be provided in a.c. propulsion systems to guard against the motor pulling out of synchronism during rough weather and on a multiple screw vessel when turning, based on the information provided regarding propeller and ship characteristics.
- 3.3 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.
- 3.4 The entire system may include prime movers, generators, convertors, exciters, motors, slip-couplings, gearing, shafting and propellers.

The manufacturers of the components shall provide all necessary information to the parties responsible.

4. **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 such rotation is induced by the propellers, and under all predictable oil temperature conditions.

* This clause contains requirements that have to be agreed between manufacturer and purchaser.

5. Prescriptions générales relatives aux machines primaires d'entraînement

- 5.1 Les machines primaires d'entraînement de tout type doivent être munies d'un régulateur capable de maintenir la vitesse de régime prérégulée avec un écart maximal de 5% de la vitesse assignée à pleine charge, même en cas de passage de la pleine charge à la charge à vide.

Lorsque le réglage de la vitesse de l'hélice nécessite une variation de celle de la machine primaire d'entraînement, le régulateur doit être pourvu d'un dispositif permettant la commande locale manuelle ainsi que la commande à distance.

En cas de marche en parallèle des génératrices, le dispositif de régulation utilisé doit permettre de maintenir un fonctionnement stable dans toute la gamme des vitesses opérationnelles des machines primaires d'entraînement.

- 5.2 La puissance assignée de la machine primaire d'entraînement ainsi que sa capacité de surcharge et de prise de charge doivent être suffisantes pour assurer la puissance nécessaire lors des variations rapides des conditions de fonctionnement de l'équipement électrique résultant des manœuvres ou des conditions de mer et de temps.

Note. — En raison de ce qui précède, il convient d'accorder une attention particulière aux moteurs diesel munis de turbo-soufflantes de suralimentation à gaz d'échappement.

- 5.3* Lors du passage de la vitesse maximale d'hélice en marche avant à la vitesse maximale d'hélice en marche arrière, le navire étant encore à pleine vitesse avant, la machine primaire d'entraînement doit être capable de récupérer une certaine puissance sans déclencher par suite d'une survitesse.

Le réglage du déclencheur de survitesse doit être conforme aux prescriptions de l'autorité compétente, et la valeur de la puissance à récupérer doit faire l'objet d'un accord entre les constructeurs des machines électriques et mécaniques.

Des moyens extérieurs aux machines rotatives mécaniques et électriques peuvent être prévus, tels que des résistances fantômes ou de freinage, ou des consommateurs ballasts capables d'absorber les excès de puissance en retour et de réduire la vitesse de rotation du moteur de propulsion.

En variante, la valeur de la puissance en retour peut être limitée par une intervention du système de commande.

SECTION DEUX — GÉNÉRATRICES, MOTEURS, CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS ET ACCOUPLEMENTS ÉLECTRIQUES À GLISSEMENT

6. Température et ventilation des machines et équipements

- 6.1 Lorsque les génératrices, les moteurs ou les accouplements à glissement sont munis d'un ventilateur incorporé (voir Publication 34-6 de la CEI: Machines électriques tournantes, Sixième partie: Modes de refroidissement des machines tournantes) et doivent fonctionner à une vitesse inférieure à la vitesse assignée, avec le couple, le courant, l'excitation et tous autres paramètres correspondant à la pleine charge, les limites de température figurant dans le tableau AI de la Publication 92-301 de la CEI: Installations électriques à bord des navires, 301^e partie: Matériel — Génératrices et moteurs, ne devront pas être dépassées.

* Ce paragraphe comporte des prescriptions qui doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur.

5. General requirements of prime-movers

- 5.1 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 used shall permit stable operation to be maintained over the entire operational speed range of the prime-movers.

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

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

- 5.3* When manoeuvring from full propeller speed ahead to full propeller speed astern with the ship making full way ahead, the prime-mover shall be capable of absorbing a proportion of the regenerated power without tripping due to overspeed.

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 may 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.

Alternatively, the amount of regenerated power may be limited by the action of the control system.

SECTION TWO – GENERATORS, MOTORS, SEMICONDUCTOR CONVERTORS AND ELECTRIC SLIP-COUPPLINGS

6. Machine and equipment temperature and ventilation

- 6.1 When generators, motors or slip-couplings are fitted with an integral fan (see IEC Publication 34-6: Rotating Electrical Machines, Part 6: Methods of Cooling Rotating Machinery) and shall be operated at speeds below the rated speed with full-load torque, full-load current, full-load excitation or the like; temperature limits according to Table AI of IEC Publication 92-301: Electrical Installations in Ships, Part 301: Equipment – Generators and Motors, shall not be exceeded.

* This clause contains requirements that have to be agreed upon between manufacturer and purchaser.

- 6.2 La température de l'air de refroidissement des machines munies de ventilation forcée, de canalisations d'air ou de filtres à air, doit être surveillée en permanence par des thermomètres à lecture directe visibles de l'extérieur de la machine, et par une alarme sonore à distance, déclenchée par des détecteurs de température appropriés.

Pour les machines qui comportent un refroidissement en circuit fermé avec échangeur de chaleur, le débit des fluides de réfrigération primaire et secondaire doit être surveillé.

En variante, la surveillance avec alarme de la température des enroulements peut remplacer l'alarme de débit.

On doit prendre en considération la nécessité d'installer un moyen de détecter une fuite du liquide refroidisseur dans l'enveloppe de la machine, et de déclencher l'alarme correspondante.

- 6.3 Dans le cas de convertisseurs à semiconducteurs munis d'une ventilation forcée, des moyens de surveillance du système de refroidissement doivent être prévus.

En cas de dérangement du système de refroidissement, une alarme doit être donnée ou bien le courant doit être réduit automatiquement. Le signal d'alarme peut être élaboré à partir de la circulation du fluide de refroidissement, de l'alimentation électrique du ventilateur ou de la température des diodes et thyristors.

- 6.4 Les enroulements statoriques des machines à courant alternatif et les enroulements des pôles auxiliaires des machines à courant continu, d'une puissance assignée supérieure à 500 kW, doivent être munis de sondes de température.

7. Accessibilité et moyens de réparation sur place

- 7.1 Afin de permettre l'inspection et la réparation, on doit prévoir des possibilités d'accès aux enroulements des stators et des rotors, ainsi que des moyens de démontage et de remplacement des bobines d'excitation.
- 7.2 On doit prévoir le moyen de supporter l'arbre afin de pouvoir inspecter et démonter les paliers.
- 7.3 On doit prévoir un accès approprié pour faciliter la rectification des collecteurs et bagues, ainsi que le remplacement et la mise en forme des balais.
- 7.4 Les accouplements à glissement doivent être étudiés de telle sorte qu'il soit possible de les démonter d'un seul bloc, sans délignage des arbres d'entrée et de sortie, et sans démontage des pôles.

8. Protection contre l'humidité et la condensation

Les machines de propulsion et les convertisseurs doivent être équipés de moyens efficaces empêchant l'accumulation d'humidité et de condensation, même lorsqu'ils sont à l'arrêt (par exemple par des dispositifs de réchauffage).

9. Courts-circuits brusques

- 9.1 Les machines à courant alternatif doivent être capables de supporter un court-circuit brusque aux bornes de la machine, à partir des conditions assignées, sans subir de dommage.

- 6.2 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 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 winding temperature plus alarm may be accepted in lieu of flow alarm.

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

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

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

- 6.4 Stator windings of a.c. machines and interpole windings of d.c. machines, all rated above 500 kW, shall be provided with temperature sensors.

7. Accessibility and facilities for repairs *in situ*

- 7.1 For 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.
- 7.2 Facilities shall be provided for supporting the shaft to permit inspection and withdrawal of bearings.
- 7.3 Adequate access shall be provided to permit resurfacing of commutators and slip-rings, as well as the renewal and bedding of brushes.
- 7.4 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.

8. Protection against moisture and condensate

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

9. Sudden short circuits

- 9.1 A.C. machines shall be capable of withstanding a sudden short circuit at their terminals under rated conditions without suffering damage.

10. Survitesse des moteurs de propulsion à courant continu

Les rotors des moteurs électriques de propulsion à courant continu doivent être capables de supporter une survitesse jusqu'à la limite permise par les caractéristiques du dispositif de protection contre les survitesses à son point de réglage normal.

11. Groupes d'excitation

- 11.1 Le courant et la tension que l'on peut obtenir des excitatrices et de leurs alimentations doivent être appropriés aux puissances requises dans les conditions de manœuvre et de surintensités, y compris celles de court-circuit.

Pour cela, on doit accorder une attention particulière à la résistance mécanique des arbres et des accouplements des groupes tournants ainsi qu'à la puissance de leurs machines d'entraînement.

12. Critères de conception des convertisseurs à semiconducteurs

- 12.1 Les tensions limites répétitives de crête suivantes doivent être prises comme base pour la détermination de l'élément semiconducteur :

- en cas de raccordement à une alimentation spécifique pour l'entraînement des hélices
 $U_{RM} = 1,5 U_P$;
- en cas de raccordement à un réseau commun $U_{RM} = 1,8 U_P$

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

Si les éléments semiconducteurs du convertisseur sont connectés en série, on doit majorer de 10% les valeurs mentionnées ci-dessus. Une répartition égale des tensions doit être assurée.

- 12.2 Les circuits des convertisseurs à semiconducteurs doivent pouvoir supporter les surintensités transitoires auxquelles le système est soumis pendant la manœuvre, conformément aux indications du paragraphe 3.1.

En outre, les mesures suivantes doivent être prises :

- pour les éléments actifs de convertisseurs connectés en parallèle, on doit assurer une répartition égale des courants;
- pour les convertisseurs refroidis par ventilation forcée, il est essentiel qu'en cas de défaillance de celle-ci ils puissent fonctionner à puissance réduite.

Si plusieurs éléments sont connectés en parallèle et si un ventilateur propre à chacune des branches est mis en place, il suffit de ne déconnecter que les branches dont la ventilation est défaillante.

- 12.3 Lorsqu'il est fait usage de convertisseurs à semiconducteurs, les mesures nécessaires doivent être prises pour limiter les effets des perturbations, aussi bien sur le système que sur les autres convertisseurs à semiconducteurs. L'attention doit être portée sur :

- les convertisseurs raccordés à un même jeu de barres;
- la réactance de commutation qui, si elle est insuffisante, peut donner lieu à des distorsions de tensions ayant un effet défavorable sur d'autres consommateurs raccordés au système;
- la relation entre la réactance subtransitoire du système et la réactance de commutation du convertisseur. Une adaptation inadéquate peut donner lieu à des harmoniques de tension susceptibles de provoquer l'échauffement excessif d'autres consommateurs;

10. Overspeeding of d.c. propulsion motors

The rotors of d.c. 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.

11. Exciter sets

- 11.1 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 to the power of their driving machines.

12. Semiconductor convertor design data

- 12.1 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 convertor).

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

- 12.2 Semiconductor convertor circuits shall be able to withstand the transient overcurrents to which the system is subject during manoeuvring as referred to in Sub-clause 3.1.

The following measures shall also be taken:

- for parallel-connected convertor valves an equal current distribution shall be ensured;
- where convertors are force-ventilated it is essential that on fan failure they can be operated at reduced power.

If several elements are connected in parallel and a separate fan is fitted for each parallel branch, it suffices to disconnect only those branches for which ventilation is not available.

- 12.3 When semiconductor convertors are used means shall be taken, where necessary, to limit the effect of disturbances, both to the system and to other semiconductor convertors. Attention shall be paid to:

- convertors 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 convertor commutation reactance. Unsuitable matching may result in the production of voltage harmonics which could cause overheating of other consumers;

- tout effet défavorable des convertisseurs sur la commutation des machines à courant continu ;
- toute conséquence défavorable, en mode de récupération d'énergie, d'une chute de tension pendant le fonctionnement de l'onduleur ;
- les perturbations dues aux parasites haute fréquence.

Lorsque des filtres et des condensateurs sont utilisés pour fournir du courant réactif de compensation, l'attention doit être portée sur :

- tout effet défavorable des variations de fréquence sur la valeur efficace et la valeur de crête de la tension du système ;
- tout effet défavorable sur la régulation de tension des génératrices.

12.4 Les convertisseurs doivent être protégés comme suit :

- les surtensions de l'alimentation des convertisseurs doivent être limitées par des dispositifs appropriés pour éviter d'endommager les éléments semiconducteurs ; les fusibles montés sur ces dispositifs doivent être surveillés ;
- un système approprié doit assurer que le courant admissible dans les éléments semiconducteurs n'est pas dépassé en fonctionnement normal ;
- les courants de court-circuit doivent être limités par des fusibles spécialement adaptés. Ces fusibles de protection des semiconducteurs doivent être surveillés. En cas de coupure de ces fusibles, la partie correspondante de l'installation doit être mise hors service ;
- les fusibles installés dans les circuits de filtrage doivent être surveillés.

Note. — Pour l'établissement du schéma de protection, il convient de tenir compte d'un taux d'ondulation excessif du courant.

SECTION TROIS — APPAREILLAGE DE COMMANDE

13. Emplacement des dispositifs de manœuvre

13.1 Les dispositifs de manœuvre de l'appareil propulsif peuvent être situés dans n'importe quel endroit approprié.

Lorsque la commande est effectuée de l'extérieur de la salle des machines, il y a lieu de prévoir également une possibilité de commande des installations de propulsion depuis la salle des machines ou depuis la salle de commande.

14. Fonctionnement des dispositifs de manœuvre

La commande peut être manuelle, assistée ou combinée.

Dans le cas de la commande manuelle, les commutateurs de manœuvre, les rhéostats de champ et les organes de commande devront pouvoir être utilisables sans effort excessif.

Dans le cas de la commande assistée (soit électrique, soit pneumatique ou hydraulique), il doit être possible, en cas de défaillance de l'énergie d'assistance, de rétablir la commande dans un temps réduit.

Lorsque deux ou plus de deux postes de commande sont situés hors de la salle des machines, il convient d'installer un sélecteur ou autre dispositif pour transférer la commande au poste choisi. Le poste qui dispose de la commande doit être identifié au poste de sélection et à chaque poste de commande. La commande simultanée depuis plusieurs postes doit être impossible.

- any adverse effect of convertors on the commutation of d.c. 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, attention shall be paid to:

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

12.4 The following protection of convertors shall be provided:

- overvoltages in a supply system to which convertors 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. 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.

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

SECTION THREE – CONTROLGEAR

13. Location of manoeuvring controls

13.1 The main propulsion manoeuvring controls may be located at any 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.

14. Operation of manoeuvring controls

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

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

If failure of the 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.

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.

Il ne doit être possible de changer de poste de commande que lorsque les leviers de commande correspondants sur le poste qui a la commande et sur celui qui doit la recevoir sont dans la même position, ou sur réception d'un signal d'acceptation émis par le poste voulu. Ces dispositions ne sont pas requises si les leviers de commande sont interconnectés électriquement ou mécaniquement de manière que chaque levier soit dans la même position que son homologue.

L'équipement de commande doit être disposé de telle sorte que, si les postes de commande situés hors de la salle des machines sont endommagés, celui de la salle des machines ou de la salle de commande reste toujours en mesure d'exécuter les manœuvres.

Il est recommandé de faire en sorte que, si l'on utilise un système de commande assistée, une panne d'alimentation du système d'assistance ne provoque, dans la mesure du possible, aucune interruption de la puissance fournie à l'arbre de propulsion, mais soit indiquée par une alarme.

15. Verrouillage des moyens de commande

Tous les organes destinés à la commande des machines primaires d'entraînement, les sélecteurs de mode opératoire, les contacteurs, les interrupteurs d'excitation, etc., doivent être verrouillés de façon à éviter toute fausse manœuvre.

SECTION QUATRE – CÂBLES ET CONDUCTEURS

16. Construction

- 16.1 Les conducteurs des câbles de liaison des composants de l'installation de propulsion, à l'exception des câbles et interconnexions des calculateurs, consignateurs de données, ou autres équipements d'automatisation faisant appel à des courants faibles, doivent être constitués d'au moins sept brins et ne doivent pas avoir une section inférieure à 1,5 mm².

La résistance mécanique et les propriétés isolantes de tous les câbles doivent être appropriées au service prévu et ne doivent en aucune manière mettre la sécurité du navire en danger.

- 16.2 L'isolation du câblage interne de l'appareillage principal de commande, y compris le câblage de tableau, doit être d'un type non propagateur de flamme.

SECTION CINQ – CIRCUITS PRINCIPAUX ET CIRCUITS DE COMMANDE

17. Circuits et composants

- 17.1 Les systèmes qui comprennent deux ou plusieurs génératrices de propulsion, deux ou plusieurs convertisseurs à semiconducteurs, ou deux ou plusieurs moteurs sur un même arbre d'hélice doivent être réalisés de telle sorte qu'une unité quelconque puisse être mise hors service et déconnectée électriquement.
- 17.2 Si un système de propulsion ne comprend qu'une seule génératrice et un seul moteur, et ne peut être connecté à un autre système de propulsion, il doit être prévu plus d'une excitatrice pour chaque machine. Cela n'est toutefois pas requis pour les génératrices à auto-excitation, ni pour les navires à propulsion par plusieurs hélices, auquel cas une seule excitatrice supplémentaire commune peut être considérée comme suffisante.

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. This is not required 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 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.

15. 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.

SECTION FOUR – CABLES AND WIRING

16. Construction

- 16.1 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 1.5 mm².

The mechanical strength and insulation qualities of all cables shall be adequate for the duty intended and shall in no way endanger the safety of the ship.

- 16.2 The insulation of internal wiring in main control gear, including switchboard wiring, shall be of flame-retardant quality.

SECTION FIVE – MAIN AND CONTROL CIRCUITS

17. Circuitry and components

- 17.1 Systems having two or more propulsion generators, two or more semiconductor convertors or two or more motors on one propeller shaft shall be so arranged that any unit may be taken out of service and disconnected electrically.
- 17.2 If a propulsion system contains only one generator and one motor and cannot be connected to another propulsion system, more than one exciter set shall be provided for each machine. However, this is not necessary for self-excited generators or for multi-propeller propulsion ships where any additional exciter set may be common for the ship.

- 17.3 Chaque groupe d'excitation doit être alimenté par un câble séparé.
- 17.4 Les circuits d'excitation doivent être pourvus de dispositifs permettant de supprimer les surtensions susceptibles d'apparaître lors de l'ouverture d'un interrupteur d'excitation.
- 17.5 Pour les systèmes à groupe Ward-Léonard, on doit faire en sorte que, si le circuit d'excitation du moteur est ouvert au moyen d'un interrupteur ou d'un contacteur, le circuit d'excitation de la génératrice soit ouvert simultanément ou bien que la tension de la génératrice soit immédiatement ramenée à zéro.

Dans les systèmes à tension constante où plusieurs moteurs sont commandés individuellement en parallèle sur la ou les mêmes génératrices, le disjoncteur du courant d'induit doit se déclencher quand un circuit d'excitation est ouvert par un interrupteur ou un contacteur.

Pour les ensembles d'excitation à semiconducteurs, quand il est nécessaire de monter des diodes ou des thyristors pour protéger les bobines de champ contre les surtensions transitoires ou si les diodes sont utilisées comme effet de volant, la disposition des fusibles qui protègent les semiconducteurs doit empêcher l'ouverture du circuit d'excitation.

Si des fusibles sont utilisés pour la protection d'un circuit d'excitation, il est essentiel de veiller à ce que ces fusibles ne puissent couper le circuit de décharge des bobines de champ sur coupure.

- 17.6 Si une génératrice utilisée pour le service du bord sert également à la propulsion, autrement que pour renforcer la puissance de propulsion, les composants qui font ainsi partie du circuit de propulsion doivent être conformes aux prescriptions de la présente norme.
- 17.7 Dans les asservissements à contre-réaction on doit s'appliquer à assurer un haut degré de fiabilité.
- 17.8 La défaillance d'un signal de commande ne doit pas pouvoir entraîner une survitesse de l'hélice.

Les transmetteurs de signaux de référence installés dans les équipements de commande et aux postes de commande doivent être conçus de manière qu'aucun défaut des transmetteurs ou des câbles reliant le poste de commande au système de propulsion n'entraîne d'augmentation sensible de la vitesse de l'hélice.
- 17.9 La commande du système de propulsion ne doit pouvoir être rendue opérationnelle que lorsque le levier qui dispose de la commande est en position zéro et que le système est prêt à fonctionner.
- 17.10 Chaque poste de commande doit disposer d'un dispositif d'arrêt d'urgence indépendant du levier de commande.

SECTION SIX – PROTECTION DE L'INSTALLATION

18. Protection

- 18.1 Les dispositifs éventuels de protection des circuits principaux contre les surintensités doivent avoir leur point de déclenchement réglé suffisamment haut pour qu'ils ne puissent être déclenchés par les surintensités provoquées pendant la manœuvre ou en marche normale par gros temps ou dans les glaces flottantes.
- 18.2 Pour les systèmes à courant continu qui comportent un risque de survitesse des moteurs de propulsion, par exemple dans le cas d'un fonctionnement à charge réduite ou de la perte d'une hélice, on doit prévoir un moyen approprié de protection contre les survitesses.

- 17.3 Every exciter set shall be supplied by a separate feeder.
- 17.4 Field circuits shall be provided with means for suppressing voltage rise when a field switch is opened.
- 17.5 For Ward-Leonard systems, arrangements for generator and motor excitation shall be such that if the motor excitation circuit is opened by a switch or contactor, the generator excitation circuit is simultaneously opened or the generator voltage is immediately reduced to zero.

In constant voltage systems with two or more independently controlled motors in parallel on the same generator(s), the armature circuit-breaker shall be tripped when an excitation circuit is opened by a switch or contactor.

When using semiconductor exciter sets and when the diodes or thyristors are necessary to protect the field coils against transient overvoltages or when they are used as free-wheeling diodes, the arrangement of the semiconductor fuses shall prevent opening of the excitation circuit.

Where fuses are used for excitation circuit protection it is essential that they do not interrupt the field discharge resistor circuit upon rupturing.

- 17.6 If a ship 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 be in accordance with the requirements of this standard.
- 17.7 In regulating systems with feedback control special consideration shall be given to ensure a high degree of reliability.
- 17.8 Failure of a control signal shall not cause an excessive increase in propeller speed.
- The reference value transmitters in the control stations and 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 will not cause a substantial increase in the propeller speed.
- 17.9 The control of the propulsion system can be activated only when the delegated control lever is in zero position and the system is ready for operation.
- 17.10 Each control station shall have an emergency stop device which is independent of the control lever.

SECTION SIX – PROTECTION OF THE SYSTEM

18. Protection

- 18.1 Over-current protective devices, if any, in the main circuits shall be set sufficiently high so that there is no possibility of their operating due to the overcurrents caused by manoeuvring or normal operation in heavy seas or in floating broken ice.
- 18.2 For d.c. systems in which excessive overspeeding of the propulsion motors may occur, for example, at light loads or loss of a propeller, suitable overspeed protection shall be provided.

- 18.3 Lorsque des génératrices à courant continu entraînées séparément sont connectées en série, on doit prévoir un moyen d'empêcher l'inversion du sens de rotation de l'une d'entre elles en cas de panne de sa machine d'entraînement.
- 18.4 Dans les circuits d'excitation, il ne doit pas y avoir de dispositif de protection contre les surcharges provoquant l'ouverture du circuit.
- 18.5 Il convient de prendre des dispositions pour provoquer la coupure sélective ou la réduction rapide des champs magnétiques des génératrices et des moteurs afin d'éviter que les surintensités atteignent des valeurs susceptibles de mettre l'installation en danger.
- 18.6 On doit prévoir, pour le circuit principal de propulsion, un moyen de détection des défauts d'isolement avec signal d'alarme en cas d'apparition d'un tel défaut. Lorsque le courant de défaut risque de causer un dommage, des dispositifs de déclenchement doivent également être prévus.
- 18.7 Des moyens de détection des défauts d'isolement doivent être prévus dans les circuits d'excitation des machines de propulsion, mais peuvent cependant être omis dans les circuits des systèmes d'excitation sans balais et des machines d'une puissance ne dépassant pas 500 kW.
- 18.8 La conception des machines à courant continu et de leurs systèmes de protection doit prendre en considération les mesures nécessaires pour minimiser les dommages en cas de court-circuit.
- 18.9 Les éléments semiconducteurs des convertisseurs doivent être munis d'une protection par fusibles.
- 18.10 Dans l'éventualité d'un blocage de l'hélice (par exemple dans les glaces), il convient de prévoir un dispositif de protection pour éviter des dégâts à l'installation de propulsion.

19. Instrumentation

- 19.1 En plus des appareils prescrits dans la Publication 92-302 de la CEI : Installations électriques à bord des navires, 302^e partie. Matériel – Ensembles d'appareillage, au moins les appareils suivants doivent être prévus et installés dans le tableau de commande principal, ou en tout autre endroit approprié.

Note. — Il convient de prêter attention aux effets des retours de puissance sur les wattmètres et les ampèremètres car les valeurs peuvent dépasser celles qui sont prévues dans la Publication 92-302 de la CEI.

19.1.1 *Systèmes de propulsion à courant alternatif*

Pour chaque génératrice de propulsion :

- un ampèremètre ;
- un voltmètre ;
- un wattmètre et
- un tachymètre ou un fréquencemètre.

Note. — Si la puissance assignée des semiconducteurs est une fraction notable de la puissance assignée des génératrices, il convient que les voltmètres de ces dernières indiquent la moyenne arithmétique de la tension.

Dans les systèmes à plusieurs génératrices, on peut prévoir, en variante, des voltmètres et fréquencemètres commutables.

Un phasemètre ou un kilovarmètre ou un ampèremètre dans le circuit de champ doit également être prévu si des génératrices sont appelées à fonctionner en parallèle.

- 18.3 Where separately driven d.c. generators are connected electrically in series, means shall be provided to prevent reversal of the rotation of a generator upon failure of the driving power of its prime-mover.
- 18.4 In excitation circuits, there shall be no overload protection causing the opening of the circuit.
- 18.5 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.
- 18.6 Means for earth leakage detection shall be provided for the main propulsion circuit, and 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 also be provided.
- 18.7 Means shall be provided for earth leakage detection in excitation circuits of propulsion machines but may be omitted in circuits of brushless excitation systems and of machines rated up to 500 kW.
- 18.8 Consideration shall be given in the design of d.c. machines and their protective systems to the measures necessary to minimize damage in the event of short circuit.
- 18.9 Semiconductor elements in semiconductor convertors shall have fuse protection.
- 18.10 If there is a possibility of blocking the propeller (e.g. during ice-breaking conditions) a protection against damage of the propulsion plant shall be provided.

19. Instrumentation

- 19.1 At least the following instruments, in addition to those required in IEC Publication 92-302: Electrical Installations in Ships, Part 302: Equipment – Switchgear and Controlgear Assemblies, shall be provided and mounted in the main control assembly or any other suitable location.

Note. — Attention should be paid to the effect of regenerated power on wattmeters and ammeters as the values may exceed those assumed in IEC Publication 92-302.

19.1.1 A.C. propulsion systems

For each propulsion generator:

- an ammeter;
- a voltmeter;
- a wattmeter and
- a tachometer or frequency meter.

Note. — 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 multigenerator 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.