

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 92-302

Troisième édition — Third edition

1980

Installations électriques à bord des navires

302^e partie Matériel — Ensembles d'appareillage

Electrical installations in ships

Part 302 Equipment — Switchgear and controlgear assemblies

Mots clés : installations électriques à bord des navires ;
appareillage de commutation et de
commande ; exigences ; essais ; propriétés

Key words : electrical installations in ships ;
switchgear and controlgear ;
requirements ; testing ; properties



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

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V E I), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V E I peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V E I , soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique ;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I E V), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I E V will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I E V or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology ;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 92-302
Troisième édition — Third edition
1980

Installations électriques à bord des navires
302^e partie : Matériel — Ensembles d'appareillage

Electrical installations in ships
Part 302. Equipment — Switchgear and controlgear assemblies



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
AVANT-PROPOS	8
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Définitions	8
3 Prescriptions générales	10
4 Informations à donner concernant les ensembles d'appareillage	10
5 Conditions d'utilisation	10
6 Conception et construction	10
7 Spécification des essais	14
8 Appareils pour génératrices à courant continu	16
9 Appareils pour alternateurs ne fonctionnant pas en parallèle	16
10 Appareils pour alternateurs fonctionnant en parallèle	16
11 Transformateurs de mesure	18
12 Graduation des appareils de mesure	18
13 Freins magnétiques	18
14 Embrayages magnétiques	20
15 Essais	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope	9
2 Definitions	9
3 General requirements	11
4 Information to be given regarding switchgear and controlgear assemblies	11
5 Service conditions	11
6 Design and construction	11
7 Test specification	15
8 Instruments for d c generators	17
9 Instruments for a c generators not operated in parallel	17
10 Instruments for a c generators arranged for parallel operation	17
11 Instrument transformers	19
12 Instrument scales	19
13 Magnetic brakes	19
14 Magnetic clutches	21
15 Testing	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

302^e partie : Matériel — Ensembles d'appareillage

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 1957.

Une deuxième édition se compose 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°s
- 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 — Générateurs 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
 - 92-352: 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
 - 92-401: 401^e partie: Installation et essais après achèvement
 - 92-501: 501^e partie: Caractéristiques spéciales — Installation de propulsion électrique
 - 92-502: 502^e partie: Caractéristiques spéciales — Navires-citernes

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 302 : Equipment — Switchgear and controlgear assemblies

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 national 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
 - 92-352: 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
 - 92-401: Part 401: Installation and Test of Completed Installation
 - 92-501: Part 501: Special Features — Electric Propulsion Plant
 - 92-502: Part 502: Special Features — Tankers

- 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 à la Publication 92-504 (1974)
Caractéristiques spéciales — Conduite et instrumentation
Annexes — Installations particulières de conduite et d'instrumentation
92-505: 505^e partie: Caractéristiques spéciales — Unités mobiles pour la recherche pétrolière en mer

Des projets relatifs à la 302^e partie furent discutés lors de la réunion tenue à Moscou en 1977 et furent achevés lors de la réunion tenue à Florence en 1978. A la suite de cette dernière réunion, le projet, document 18(Bureau Central)470, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1979.

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

Afrique du Sud (République d')	Chine	Pays-Bas
Allemagne	Danemark	Pologne
Australie	Egypte	Royaume-Uni
Belgique	Etats-Unis d'Amérique	Suède
Bulgarie	Italie	Turquie
Canada	Japon	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme

- Publications n^{os} 50 (441): Vocabulaire Electrotechnique International
441^e partie: Appareillage (1974)
92-101: Définitions et prescriptions générales
92-202: Conception des systèmes — Protection
92-301: Matériel — Génératrices et moteurs
363: Evaluation du courant de court-circuit particulièrement en ce qui concerne la capacité nominale des disjoncteurs au court-circuit dans les installations électriques à bord des navires
(Première édition, 1972)
439: Ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine
(Première édition, 1973)
529: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes
(Première édition, 1976)

- 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 to Publication 92-504 (1974)
 Special Features — Control and Instrumentation
 Appendices — Specific Control and Instrumentation Installation
 92-505: Part 505: Special Features — Mobile Offshore Drilling Units

Drafts for Part 302 were discussed at the meeting held in Moscow in 1977 and completed at the meeting held in Florence in 1978. As a result of the latter meeting, the draft, Document 18(Central Office)470, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1979.

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

Australia	Egypt	South Africa (Republic of)
Belgium	Germany	Sweden
Bulgaria	Italy	Turkey
Canada	Japan	Union of Soviet
China	Netherlands	Socialist Republics
Denmark	Poland	United Kingdom
		United States of America

Other IEC publications quoted in this standard

- Publications Nos 50 (441): International Electrotechnical Vocabulary
 Part 441: Switchgear and Controlgear (1974)
 92-101: Definitions and General Requirements
 92-202: System Design — Protection
 92-301: Equipment — Generators and Motors
 363: Short-circuit Current Evaluation with Special Regard to Rated Short circuit Capacity of
 Circuit-breakers in Installations in Ships
 (First edition, 1972)
 439: Factory-built Assemblies of Low-voltage Switchgear and Controlgear
 (First edition, 1973)
 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures
 (First edition, 1976)

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

302^e partie : Matériel — Ensembles d'appareillage

AVANT-PROPOS

La Publication 92 de la C E I 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'application 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

Cette norme est applicable aux ensembles d'appareillage et à leurs composants, sous des tensions assignées inférieures ou égales à 1 kV (en courant alternatif) ou à 1,2 kV (en courant continu), utilisés à bord des navires

2 Définitions

Pour la définition des termes généraux figurant dans la présente norme, il y a lieu de se reporter à la Publication 50(441) de la C E I: Vocabulaire Electrotechnique International (V E I), chapitre 441: Appareillage, et à la Publication 439 de la C E I: Ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine

2.1 Tableau principal

Un ensemble d'appareillage pour la commande et le contrôle de l'énergie de bord produite par la source principale d'énergie électrique et pour sa distribution à tous les postes de consommation d'électricité afin d'assurer le service normal opérationnel et hôtelier du navire

2.2 Tableau de secours

Un ensemble d'appareillage pour la commande et le contrôle de l'énergie produite par l'alimentation de secours et pour sa distribution aux postes de consommation d'électricité indispensables à la sécurité des passagers et de l'équipage dans les conditions de secours

2.3 Tableau divisionnaire

Un ensemble d'appareillage pour la commande et le contrôle de l'alimentation en énergie électrique d'autres tableaux divisionnaires, de panneaux de distribution ou de circuits terminaux

2.4 Panneau de distribution

Un ensemble comprenant un ou plusieurs dispositifs de protection contre les surintensités et assurant la distribution d'énergie électrique à des circuits terminaux

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 302 : Equipment — Switchgear and controlgear assemblies

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 switchgear and controlgear assemblies and components, with rated voltages up to and including 1 kV a.c. or 1.2 kV d.c., for use in ships

2 Definitions

For the definition of general terms used in this standard, reference should be made to IEC Publication 50(441) International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 441 Switchgear and Controlgear, and to IEC Publication 439 Factory-built Assemblies of Low-voltage Switchgear and Controlgear

2.1 Main switchboard

A switchgear and controlgear assembly for the control of a ship's service power generated by the main source of electrical power and its distribution to all electrical consumers utilized in the normal operational and habitable duties of the vessel

2.2 Emergency switchboard

A switchgear and controlgear assembly for the control of power generated by the emergency source of electrical power and its distribution of power to electrical consumers essential for the safety of passengers and crew under emergency conditions

2.3 Section board

A switchgear and controlgear assembly for controlling the supply of electrical power to other section boards, distribution boards or final sub-circuits

2.4 Distribution board

An assembly of one or more overcurrent protective devices arranged for the distribution of electrical power to final sub-circuits

2 5 *Circuit terminal*

La partie d'un réseau située au-delà du dernier dispositif de protection contre les surintensités

3 **Prescriptions générales**

Sauf spécification contraire dans les articles suivants, tout ensemble d'appareillage et ses composants doivent satisfaire à la Publication 439 de la CEI. Des prescriptions complémentaires figurent dans les articles suivants

4 **Informations à donner concernant les ensembles d'appareillage**

En plus de l'information requise par l'article 5 de la Publication 439 de la CEI, les paragraphes suivants s'appliquent

4 1 *Repérage*

L'identification des circuits individuels et de l'appareillage correspondant devra figurer sur des plaques indicatrices en matériau durable. Le courant nominal des coupe-circuit et le courant de réglage des dispositifs de protection doivent être également indiqués. Dans des circuits sous une tension supérieure à 500 V, lorsque les porte-fusibles permettent l'utilisation de fusibles d'une tension nominale inférieure, on placera des plaques spéciales d'avertissement libellées, par exemple, comme suit : « Attention. N'utiliser que des fusibles 660 V »

4 2 *Marquage de la tension*

Tous les tableaux divisionnaires et panneaux de distribution devront porter une indication de la tension assignée de service. Pour des tensions nominales supérieures à 500 V, la mise en place d'une plaque d'avertissement devra être prise en considération.

5 **Conditions d'utilisation**

En remplacement de l'article 6 de la Publication 439 de la CEI, la température de l'air ambiant sera celle de l'article 8 de la Publication 92-101 de la CEI. Définitions générales et prescriptions générales

6 **Conception et construction**

En plus de l'article 7 de la Publication 439 de la CEI, les paragraphes suivants s'appliquent :

6.1 *Éléments de construction en aluminium*

Si des éléments de construction sont en aluminium, on devra prendre des mesures appropriées pour les fixer à la structure en acier de façon à empêcher la corrosion galvanique

6.2 *Matériaux isolants*

Les matériaux isolants devront être au moins non propagateurs de la flamme

2.5 *Final sub-circuit*

That portion of a wiring system extending beyond the final overcurrent protective device of a board

3 **General requirements**

Unless otherwise specified in the following clauses, all switchgear and controlgear assemblies and their components shall be in compliance with IEC Publication 439. Additional requirements are given in the following clauses

4 **Information to be given regarding switchgear and controlgear assemblies**

In addition to the information required by Clause 5 of IEC Publication 439, the following sub-clauses apply

4.1 *Markings*

The identification of individual circuits and their devices shall be made on labels of durable material. The rating of fuses and setting of protective devices shall also be indicated. When, for fuses above 500 V, the fuseholders permit the insertion of fuses for lower nominal voltage, special warning labels shall be placed, for example "Caution, 660 V fuses only"

4.2 *Marking of voltage*

Section boards and distribution boards shall be marked with the rated operational voltage. For nominal voltages exceeding 500 V a warning label shall be considered

5 **Service conditions**

The ambient air temperature shall be as stated in Clause 8 of IEC Publication 92-101: General Definitions and General Requirements. This supersedes Clause 6 of IEC Publication 439

6 **Design and construction**

In addition to Clause 7 of IEC Publication 439 the following sub-clauses apply:

6.1 *Structural parts of aluminium*

If structural parts are of aluminium, suitable precautions shall be taken to attach them to the steel structure in such a manner that galvanic corrosion is inhibited

6.2 *Insulating material*

Insulating material shall be at least flame-retardant

6.3 Tableaux divisionnaires et panneaux de distribution

Les enveloppes devront être en matériau non propagateur de la flamme. Elles devront être construites ou placées de façon à ne pouvoir être ouvertes que par le personnel autorisé.

6.4 Distances dans l'air et lignes de fuite

Les barres principales nues dans les tableaux principaux et de secours, sauf les conducteurs reliant les barres principales aux bornes d'alimentation des appareils de départ, devront être montées de manière à présenter des distances dans l'air et des lignes de fuite conformes au tableau suivant.

Tension d'isolement assignée (V)	Distance dans l'air minimale (mm)	Ligne de fuite minimale (mm)
Jusqu'à 250	15	20
De 251 à 660	20	30
Au dessus de 660	25	35

Les valeurs de ce tableau s'appliquent aux distances dans l'air et aux lignes de fuite entre les parties sous tension, et entre ces parties et des parties conductrices exposées.

6.5 Disposition des barres en fonction des phases ou des polarités

On envisagera si possible une disposition normale des barres en fonction des phases ou des polarités. Voici des exemples de telles dispositions, vues de la face avant de l'ensemble.

- Pour les ensembles d'appareillage en courant alternatif, barres 1, 2, 3 en comptant de l'avant vers l'arrière, de haut en bas ou de gauche à droite.
- Polarités des barres et connexions des ensembles d'appareillage en courant continu positif, neutre, négatif, en comptant de l'avant vers l'arrière, de haut en bas ou de gauche à droite.

6.6 Subdivision des barres principales

Si la somme des capacités des génératrices raccordées à un ensemble d'appareillage dépasse 3 MW, les barres principales de l'ensemble devront être subdivisées en au moins deux sections, normalement couplées par des éclisses amovibles ou d'autres moyens équivalents. Dans la mesure du possible, les connexions des génératrices et des équipements prévus en double seront réparties entre les sections de façon équilibrée.

6.7 Degré de protection

Pour des tensions dépassant la tension de sécurité définie au paragraphe 2.19 de la Publication 92-101 de la CEI, les ensembles devront avoir un degré de protection contre les contacts avec les parties sous tension de IP2X au moins, selon la Publication 529 de la CEI. Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes. Pour des tensions supérieures à 500 V, des précautions spéciales contre les contacts accidentels avec les parties sous tension devront être prises en considération, par exemple, la protection de la face arrière de chaque cellule sera d'au moins IP2X.

6.8 Mains courantes, poignées

Tout tableau principal ou de secours doit être muni d'une main courante isolante ou de poignées isolantes montées comme il convient sur la face avant du tableau. Là où il est nécessaire d'avoir accès à l'arrière du tableau, une main courante isolante horizontale sera montée comme il convient à l'arrière du tableau.

6.3 Section and distribution boards

Enclosures shall be made of flame-retardant material and so constructed or located that they can be opened only by authorized personnel

6.4 Clearances and creepage distances

Bare main busbars in main and emergency switchboards, but not including the conductors between the main busbars and the supply side of outgoing units, shall have minimum clearances and creepage distances in accordance with the following table

Rated insulation voltage (V)	Minimum clearances (mm)	Minimum creepage distances (mm)
Up to 250	15	20
From 251 to 660	20	30
Above 660	25	35

The values in this table apply to clearances and creepage distances between live parts as well as between live parts and exposed conductive parts

6.5 Busbar phase or polarity arrangements

Consideration shall be given to providing a standard pattern of busbar phase and polarity arrangements where practicable. Examples of such a pattern are

- For a c switchgear and controlgear assembly busbars 1, 2, 3 counting from front to back, top to bottom or left to right as viewed from the front of the assembly
- The polarities on d c switchgear and controlgear busbars and connections to be positive, neutral, negative, counting from front to back, top to bottom or left to right as viewed from the front of the assembly

6.6 Main busbar sub-division

Where the aggregate capacity of generators connected to a switchgear assembly exceeds 3 MW the assembly main busbars shall be sub-divided into at least two parts which shall normally be connected by removable links or other equivalent means. So far as is practicable, the connection of generators and any other duplicated equipment shall be equally divided between the parts

6.7 Degree of protection

For voltages above the safety voltage specified in Sub-clause 2.19 of IEC Publication 92-101, assemblies shall have a degree of protection against contact with live parts of at least IP2X according to IEC Publication 529 Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures. For nominal voltages in excess of 500 V, special precautions against unintentional touching of live parts shall be considered, for example the protection at the rear of each individual compartment should be at least IP2X

6.8 Handrail or handles

Every main and emergency switchboard shall be provided with an insulated handrail or insulated handles suitably fitted on the front of the switchboard. Where access to the rear is required, a horizontal insulated handrail shall be suitably fitted on the rear of the switchboard

6 9 Moyens de sectionnement

Des moyens de sectionnement devront être prévus pour les disjoncteurs des génératrices, de façon à permettre leur entretien avec la sécurité voulue pendant que les barres principales seront sous tension. Il est recommandé de prévoir des moyens d'isolement pour d'autres parties importantes des ensembles d'appareillage.

6 10 Protection contre les courts-circuits et résistance mécanique en cas de court-circuit

Il y a lieu de se reporter à la Publication 92-202 de la C.E.I. Conception des systèmes — Protection, et au Rapport 363 de la C.E.I. Evaluation du courant de court-circuit particulièrement en ce qui concerne la capacité nominale des disjoncteurs au court-circuit dans les installations électriques à bord des navires.

Note — On sera particulièrement attentif aux facteurs de puissance mentionnés dans ce rapport.

6 11 Installation des composants

Chaque appareil de coupure devra être construit et disposé de façon à ne pouvoir, en position d'ouverture du circuit, se déplacer accidentellement d'une manière telle qu'il ferme le circuit. Dans la mesure du possible, des fusibles pour des tensions nominales différentes devront être séparés les uns des autres.

6 12 Câblage intérieur

Les fils isolés utilisés pour le câblage des composants devront être à brins multiples.

6 13 Sections et intensités admissibles des circuits principaux

Les sections des barres principales seront déterminées sur la base du tableau II de la Publication 439 de la C.E.I. Si cette méthode n'est pas appropriée (voir paragraphe 7 1), les barres seront étudiées de façon que l'échauffement ne dépasse pas 45 °C.

Le circuit d'équilibre des génératrices à courant continu sera calculé pour un courant au moins égal à la moitié du courant assigné à pleine charge de la génératrice.

Les barres d'équilibre seront calculées pour un courant au moins égal à la moitié du courant à pleine charge de la génératrice la plus puissante du groupe.

6 14 Connexions soudées

Des connexions soudées ne doivent pas être utilisées pour connecter ou terminer des fils ou câbles d'une section nominale supérieure à 2,5 mm². La longueur de contact des connexions soudées sera d'au moins 1,5 fois le diamètre du conducteur.

6 15 Bornes pour systèmes sous une tension nominale supérieure à 500 V

Les bornes pour des systèmes sous une tension nominale supérieure à 500 V devront être clairement séparées des bornes pour les systèmes à tension plus basse et devront être clairement repérées comme telles.

7 Spécification des essais

En plus de l'article 8 de la Publication 439 de la C.E.I., les paragraphes suivants s'appliquent.

7 1 Essai de type

Si les limites d'échauffement du tableau II de la Publication 439 de la C.E.I. et la résistance mécanique de court-circuit du paragraphe 7 5 de la Publication 439 de la C.E.I. ne sont pas vérifiées par l'essai de type approprié de l'article 8 de cette publication, les règles suivantes doivent être appliquées.

6 9 Means of isolation

Means of isolation of generator circuit-breakers shall be provided to permit safe maintenance while the main busbars are alive. The provision of means of isolation of other important parts of switchgear and controlgear assemblies is recommended.

6 10 Short-circuit protection and short-circuit strength

Reference is made to IEC Publication 92-202 System Design — Protection, and to IEC Report 363 Short-circuit Current Evaluation with Special Regard to Rated Short-circuit Capacity of Circuit-breakers in Installations in Ships.

Note — Special attention shall be paid to power factors referred to in this report.

6 11 Installation of components

Each switching device shall be so designed and arranged that when in the off position it cannot accidentally move sufficiently to close the circuit. Wherever possible, fuses of different nominal voltage shall be installed separated from each other.

6 12 Internal wiring

Insulated wiring connecting components shall be stranded.

6.13 Cross-sections and current-carrying capacity of main circuits

When determining busbar cross-sections, Table II of IEC Publication 439 shall apply. If this method is not appropriate (see Sub-clause 7.1) the busbars shall be designed such that the temperature rise does not exceed 45 °C.

The current rating of the equalizer main circuit for d.c. generators shall be not less than half the rated full-load current of the generator.

The rating of equalizer busbars shall be not less than half the rated full-load current of the largest generator in the group.

6 14 Soldered connections

Soldered connections shall not be used for connecting or terminating any wire or cable of nominal cross-section greater than 2.5 mm². Soldered connections shall have a solder contact length at least 1.5 times the diameter of the conductor.

6 15 Terminals for systems with nominal voltages above 500 V

Terminals for systems with nominal voltages above 500 V shall be clearly separated from terminals for lower voltages and clearly marked as such.

7 Test specification

In addition to Clause 8 of IEC Publication 439 the following sub-clauses apply.

7 1 Type test

When temperature-rise limits according to Table II of IEC Publication 439 and short-circuit strength according to Sub-clause 7.5 of IEC Publication 439 are not verified by the appropriate type test of Clause 8 of the same publication, the following applies.

- a) Le respect des prescriptions au deuxième alinéa du paragraphe 6 13 peut être vérifié par comparaison avec les résultats obtenus en pratique avec des ensembles d'appareillage similaires ou, au besoin, par des essais appropriés en service
- b) La résistance mécanique de court-circuit du jeu de barres peut être vérifiée par des calculs

7 2 Essai de routine

Avant que les composants, qui auront éventuellement été déconnectés pour l'essai de rigidité diélectrique suivant la Publication 439 de la CEI, soient reconnectés, la résistance d'isolement entre les parties normalement sous tension (reliées entre elles pour l'essai) et la masse, ainsi qu'entre parties normalement sous tension de polarités différentes, ne devra pas être inférieure à 1 MΩ, la mesure étant effectuée avec une tension continue d'au moins 500 V

8 Appareils pour génératrices à courant continu

- 8 1 Chaque génératrice ne fonctionnant pas en parallèle devra être munie d'au moins un voltmètre et d'un ampèremètre
- 8 2 Chaque génératrice prévue pour la marche en parallèle devra être munie d'un ampèremètre pouvant indiquer un courant en retour d'au moins 15 % et d'au moins un voltmètre avec commutateur permettant de mesurer la tension de la génératrice et des barres
- 8 3 Dans le cas de génératrices à excitation compound, munies d'une connexion d'équilibre, l'ampèremètre devra être relié au pôle opposé à celui qui est relié à l'enroulement série de la génératrice (voir la Publication 92-301 de la CEI Matériel — Génératrices et moteurs)
- 8 4 Dans le cas des génératrices à trois fils, l'ampèremètre devra être placé entre le conducteur d'équilibre et l'induit de la génératrice
- 8 5 Dans le cas des réseaux à trois fils alimentés par une génératrice à trois fils ou par un survolteur-dévolteur de régulation, on devra placer un ampèremètre sur chacun des pôles de chaque génératrice et un voltmètre entre les barres de chaque polarité et le conducteur de compensation

9 Appareils pour alternateurs ne fonctionnant pas en parallèle

Chaque alternateur ne fonctionnant pas en parallèle devra être muni d'au moins un voltmètre, d'un fréquencemètre, d'un ampèremètre avec commutateur permettant de mesurer le courant dans chaque phase ou d'un ampèremètre par phase et, dans le cas des alternateurs de plus de 50 kVA, d'un wattmètre triphasé

10 Appareils pour alternateurs fonctionnant en parallèle

10 1 Appareils de mesure

Chacun des alternateurs fonctionnant en parallèle devra être muni d'un wattmètre triphasé, capable d'indiquer 15 % de puissance en retour et d'un ampèremètre par conducteur de phase ou d'un ampèremètre avec commutateur permettant de mesurer le courant dans chaque phase. Pour les besoins de la mise en parallèle, on devra prévoir deux voltmètres, au moins deux fréquencemètres, un synchronoscope et des lampes de synchronisation ou leur équivalent

- a) Compliance with the second paragraph of Sub-clause 6.13 can be verified by comparison with the results obtained in practice from similar switchgear assemblies or when necessary by suitable tests under operational conditions
- b) Short-circuit strength of busbars can be verified by calculations

7.2 Routine test

Before components which may have been disconnected for the dielectric tests in IEC Publication 439 are reconnected, the insulation resistance between current-carrying parts (connected together for the purpose of this test) and earth and between current-carrying parts of opposite polarity shall not be less than 1 MΩ when tested with a d.c. voltage of not less than 500 V.

8 Instruments for d.c. generators

- 8.1 For generators not operated in parallel, at least one voltmeter and one ammeter shall be provided for each generator.
- 8.2 For generators arranged for parallel operation, one ammeter capable of reading 15% reverse current shall be provided and at least one voltmeter with a change-over switch for measuring the generator and the busbar voltage shall be provided for each generator.
- 8.3 For compound-wound generators fitted with equalizer connections, the ammeter shall be connected to the pole opposite to that connected to the series winding of the generator (see IEC Publication 92-301 Equipment—Generators and Motors).
- 8.4 For three-wire generators, the ammeter shall be located between the equalizer connection and the generator armature.
- 8.5 For three-wire systems supplied by a three-wire generator or by a balancing booster, an ammeter shall be connected in each outer pole of each balancing generator and a voltmeter between each pole of the busbars and the middle wire.

9 Instruments for a.c. generators not operated in parallel

Each generator not operated in parallel shall be provided with at least one voltmeter, a frequency meter, one ammeter with an ammeter switch to enable the current in each phase to be read or an ammeter in each phase, and for generators rated more than 50 kVA, a three-phase wattmeter.

10 Instruments for a.c. generators arranged for parallel operation

10.1 Measuring instruments

Each generator arranged for parallel operation shall be provided with a three-phase wattmeter, capable of reading 15% reverse power, and an ammeter in each phase conductor or an ammeter and a selector switch to enable the current in each phase to be read. For paralleling purposes, two voltmeters, at least two frequency meters, a synchroscope and synchronizing lamps or their equivalent shall be provided.

On devra prévoir un commutateur à fiches ou bipolaire de façon à permettre de relier un voltmètre et un fréquencemètre à l'une des phases de chaque alternateur avant de relier ce dernier aux barres. L'autre voltmètre et l'autre fréquencemètre devront être reliés en permanence à l'une des phases des barres.

Les connexions devront être faites sur la phase correspondante de chaque alternateur.

Note — L'installation d'un ampèremètre dans le circuit d'excitation de chaque alternateur est recommandé.

10.2 Synchronisation

Lorsque la puissance générée est supérieure à 3 MW, au moins un appareil de contrôle de synchronisation ou une réactance sera utilisé comme aide à la synchronisation.

10.3 Régulateur de vitesse

Dans le cas d'alternateurs fonctionnant en parallèle, on devra prévoir un dispositif pour la commande à distance de la vitesse de chaque groupe. En outre, il est recommandé de prévoir un dispositif de commande manuelle permettant de faire varier la fréquence entre au moins 20 % au-dessous et au moins 10 % au-dessus de la fréquence assignée. Le temps nécessaire pour parcourir cette plage sera d'au moins 3 s.

11 Transformateurs de mesure

Les enroulements secondaires des transformateurs de mesure devront être mis à la masse.

12 Graduation des appareils de mesure

La limite supérieure de la graduation de chaque voltmètre ne devra pas être inférieure à 120 % de la tension nominale du circuit; la graduation devra comporter une marque correspondant à la tension nominale.

La limite supérieure de la graduation de tout ampèremètre ou wattmètre ne devra pas être inférieure à 130 % de la valeur assignée du circuit où il est inséré. La graduation devra être munie d'une marque correspondant à la valeur normale à pleine charge.

13 Freins magnétiques

13.1 Les freins à enroulement série et à enroulement compound doivent être desserrés sur le premier plot de démarrage du moteur; les freins à enroulement série doivent rester desserrés dans toutes les conditions de fonctionnement, y compris la marche à faible charge. Quand un équipement de desserrage mécanique existe, par exemple une pédale, il n'est pas nécessaire que le desserrage fonctionne sur le premier plot de démarrage.

13.2 Les freins à enroulement shunt ou compound doivent fonctionner sous des tensions permettant de satisfaire aux prescriptions suivantes:

— En fonctionnement sous une tension supérieure ou inférieure à la normale à fréquence assignée, les contacteurs, relais et autres dispositifs électromagnétiques doivent pouvoir fonctionner de façon satisfaisante, même si la tension d'alimentation est réduite à 85 % de la tension normale en courant continu ou de la tension normale à fréquence assignée en courant alternatif, la bobine étant à la température atteinte en service normal sous la tension normale d'alimentation.

A plug or linked double-pole multiple-way switch shall be provided to enable one voltmeter and the frequency meter to be connected to one phase of any one generator before the machine is connected to the busbars. The other voltmeter and frequency meter shall be permanently connected to one phase of the busbars.

The connections shall be made to the corresponding phase of each generator.

Note — The provision of an ammeter in the exciter circuit of each generator is recommended.

10.2 Synchronizing

Where the generated power exceeds 3 MW, at least a check synchronizer or a reactance shall be used for synchronizing purposes.

10.3 Speed governor

For a.c. generators arranged to operate in parallel, a device for remote speed control of each set shall be provided and consideration shall be given to providing a manual speed control where the frequency can be varied from at least 20% below to at least 10% above the system rated frequency. The time taken to cover this range should be at least 3 s.

11 Instrument transformers

Secondary windings of instrument transformers shall be earthed.

12 Instrument scales

The upper limit of the scale of every voltmeter shall be not less than 120% of the nominal voltage of the circuit and the scale shall be provided with a mark to indicate the nominal voltage.

The upper limit of the scale of every ammeter and wattmeter shall be not less than 130% of the rated values of the circuit in which it is installed. The scale shall be provided with a mark indicating the normal full-load.

13 Magnetic brakes

- 13.1 Series-wound and compound-wound brakes shall release on first-step starting current of the motor. Series-wound brakes shall hold off under all working conditions including light running. Where mechanical hold-off equipment is provided, for example pedal operation, the hold-off arrangement need not operate on the first step.

- 13.2 Shunt-wound and compound-wound brakes shall operate at such voltages as will ensure the following requirements:

— When operating at voltages above or below normal at rated frequencies, contactors, relays and other electromagnets shall be capable of functioning satisfactorily even when the line voltage falls to 85% of the normal busbar voltage for d.c. equipment, or 85% of the normal voltage at rated frequency for a.c. equipment, when the coil is at the temperature which it will attain under normal service at the normal line voltage.

- Ils doivent également fonctionner de façon satisfaisante et sans dommage pour leurs bobines si la tension s'élève de 10 % au-dessus de la valeur normale, et, dans le cas du courant alternatif, si la fréquence du réseau diffère jusqu'à 5 % de sa valeur normale pendant une durée prolongée
- La chute de tension dans des bobines en série telles que des bobines de déclenchement à maximum de courant ou des bobines de freinage ne doit pas être telle qu'elle réduise de façon appréciable la tension aux bornes du moteur

14 Embrayages magnétiques

Les prescriptions du paragraphe 13.1 pour les freins à enroulement série s'appliquent d'une façon générale aux embrayages magnétiques. Lorsque la bobine est alimentée, l'embrayage doit s'effectuer sans heurt et de façon sûre. L'embrayage ne doit pas exercer de poussée, la pression entre ses éléments étant équilibrée à l'intérieur de l'embrayage même. Les embrayages magnétiques doivent être équilibrés. On doit prévoir des moyens appropriés pour compenser l'usure des garnitures. Les bagues collectrices pour l'alimentation de l'embrayage doivent être en métal résistant à la corrosion. On doit installer de préférence des contacts à double balai pour assurer un contact efficace.

15 Essais

15.1 *Emploi des résultats d'essai de type*

Il n'est pas prévu d'effectuer des essais individuels sur les éléments d'un appareil pour prouver sa conformité aux présentes prescriptions, lorsqu'on peut démontrer que l'appareil est semblable à ceux pour lesquels le constructeur peut produire des résultats d'essai de type. Cela ne dispense pas des essais individuels spécifiés par les paragraphes 15.2 et 15.3.

15.2 *Essais de fonctionnement*

On doit essayer tous les appareils pour vérifier le fonctionnement de tous les mécanismes et organes de commande, le fonctionnement, conformément au schéma de commande, de tous les électro-aimants et le fonctionnement, conformément à leur étalonnage, des déclencheurs à maximum de courant et autres.

15.3 *Essais diélectriques*

Tout appareil doit pouvoir satisfaire à un essai diélectrique, la tension étant appliquée entre les parties normalement sous tension et la carcasse ou l'enveloppe mise à la masse, tous les couvercles étant dans leur position normale.

La tension d'essai doit être conforme aux publications correspondantes de la CEI. Pour les appareils au sujet desquels il n'existe pas de publication de la CEI, la tension d'essai sera fixée comme suit :

- pour une tension d'alimentation inférieure à 60 V, la tension d'essai est de 500 V,
- pour des tensions supérieures à 60 V, la tension d'essai est de 1 000 V plus deux fois la tension assignée.

La tension d'essai spécifiée est appliquée pendant 1 min à une fréquence quelconque comprise entre 25 Hz et 100 Hz.