

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

92-503

Première édition
First edition
1975-01

Installations électriques à bord des navires –

Partie 503:

**Caractéristiques spéciales –
Réseaux d'alimentation en courant alternatif
aux tensions supérieures à 1 kV
et inférieures ou égales à 11 kV**

Electrical Installations in ships –

Part 503:

**Special features – A.C. supply systems with
voltages in the range above 1 kV
up to and including 11 kV**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 92-503: 1975

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* (IEV).

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

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

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 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
92-503**

Première édition
First edition
1975-01

Installations électriques à bord des navires –

**Partie 503:
Caractéristiques spéciales –
Réseaux d'alimentation en courant alternatif
aux tensions supérieures à 1 kV
et inférieures ou égales à 11 kV**

Electrical installations in ships –

**Part 503:
Special features – A.C. supply systems with
voltages in the range above 1 kV
up to and including 11 kV**

© CEI 1975 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

K

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1. Domaine d'application	8
SECTION UN – GÉNÉRALITÉS	
2. Tension et fréquence	8
3. Niveau d'isolement	8
SECTION DEUX – AGENCEMENT DES RÉSEAUX	
4. Distribution	8
4.1 Traitement du point neutre	10
4.2 Neutres des génératrices et des transformateurs	10
4.3 Tension des circuits de commande	10
SECTION TROIS – ALTERNATEURS ET MOTEURS À COURANT ALTERNATIF	
5. Enveloppes	10
5.1 Caractéristiques de fonctionnement	10
5.2 Désexcitation	12
5.3 Caractéristiques mécaniques	12
SECTION QUATRE – TRANSFORMATEURS	
6. Domaine d'application	12
6.1 Construction	12
6.2 Conditions de tension transitoire	14
6.3 Appel de courant	14
SECTION CINQ – APPAREILLAGE	
7. Généralités	14
8. Enveloppes	14
9. Disjoncteurs, interrupteurs et coupe-circuit à fusibles – Généralités	14
10. Mise à la masse et mise en court-circuit	16
11. Protection contre les parties sous tension	16
12. Dispositifs auxiliaires	16
SECTION SIX – PROTECTION ÉLECTRIQUE	
13. Généralités	16
14. Protection des génératrices	16
15. Protection des moteurs	16
16. Protection des transformateurs de puissance	16
17. Indicateurs de défaut à la masse	18
18. Protection des transformateurs de tension	18
SECTION SEPT – CÂBLES, INSTALLATIONS, CONDUCTEURS ET RACCORDEMENTS	
Câbles, installations, conducteurs et raccords	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	9
SECTION ONE – GENERAL	
2. Voltage and frequency	9
3. Insulation level	9
SECTION TWO – ARRANGEMENT OF NETWORKS	
4. Distribution	9
4.1 Treatment of neutral point	11
4.2 Generator and transformer neutrals	11
4.3 Control voltage	11
SECTION THREE – A.C. GENERATORS AND MOTORS	
5. Enclosures	11
5.1 Performance	11
5.2 De-excitation	13
5.3 Mechanical characteristics	13
SECTION FOUR – TRANSFORMERS	
6. Scope	13
6.1 Construction	13
6.2 Transient voltage conditions	15
6.3 Current inrush	15
SECTION FIVE – SWITCHGEAR	
7. General	15
8. Enclosures	15
9. Circuit-breakers, switches and fuses – General	15
10. Earthing and short-circuiting	17
11. Protection against live parts	17
12. Auxiliary systems	17
SECTION SIX – ELECTRICAL PROTECTION	
13. General	17
14. Generator protection	17
15. Motor protection	17
16. Power transformer protection	17
17. Earth-fault monitoring	19
18. Voltage-transformer protection	19
SECTION SEVEN – CABLES, INSTALLATIONS, CONDUCTORS AND TERMINATIONS	
Cables, installations, conductors and terminations	19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

CARACTÉRISTIQUES SPÉCIALES

**Réseaux d'alimentation en courant alternatif
aux tensions supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 11 kV**

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.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Comité d'Etudes N° 18 de la CEI: Installations électriques à bord des navires.

Des projets furent discutés lors de la réunion tenue à Munich en juin 1973. A la suite de cette réunion, le projet, document 18(Bureau Central)448, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1974.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne
Australie
Belgique
Canada
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
Israël
Japon

Norvège
Pays-Bas
Pologne
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Turquie

La Publication 92 de la CEI: Installations électriques à bord des navires, fait l'objet d'un remaniement quant à sa présentation et à sa numérotation. En prévision de ce remaniement, le numéro 503 de la présente publication ne suit pas les numéros 1 à 6 des parties déjà parues.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

SPECIAL FEATURES

**A.C. supply systems with voltages in the range above
1 kV up to and including 11 kV**

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.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This publication has been prepared by IEC Technical Committee No. 18, Electrical Installations in Ships.

Drafts were discussed at the meeting held in Munich in June 1973. As a result of this meeting, the draft, document 18(Central Office)448, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1974.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Norway
Belgium	Poland
Canada	Romania
Denmark	Sweden
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Japan	United States of America
Netherlands	

IEC Publication 92, Electrical Installations in Ships, is being rearranged as regards its presentation and numbering. In view of this rearrangement, the number 503 of the present publication does not follow the numbers 1 to 6 of the parts already published.

AVANT-PROPOS

Quel que soit leur chantier d'origine, les navires qui sillonnent toutes les mers du monde se trouvent placés dans les mêmes conditions en ce qui concerne le fonctionnement des appareils électriques. A part quelques différences de qualité, les matériaux employés dans la construction du matériel électrique sont de même type et obéissent aux mêmes lois physiques. On peut d'avance connaître ou prédéterminer les caractéristiques des circuits et la tenue en service du matériel électrique: elles suivent les mêmes lois fondamentales quel que soit le pays d'origine.

On peut donc établir des normes internationales qui garantissent un bon fonctionnement du matériel, sans aléa et sans danger, ayant les qualités essentielles pour la sécurité et le bien-être de l'équipage et des passagers, ainsi que pour le transport des marchandises de valeur.

C'est à cette fin qu'on a établi la présente norme. Les constructeurs de navires, les installateurs et constructeurs de matériel électrique intéressés à la construction navale sur le marché international se heurtent actuellement à la nécessité de satisfaire à plusieurs catégories de règlements bien que, comme il a été indiqué plus haut, les conditions de service soient identiques.

Il est bien connu que des appareils construits dans des pays différents présenteront inévitablement des différences de forme et de conception, mais les appareils et les matériaux utilisés aux mêmes fins devront obligatoirement satisfaire aux mêmes conditions de service. On a donc rédigé le présent code sous forme de «norme», ce qui laisse au constructeur le champ le plus large pour user de son initiative dans la conception et l'exécution de son matériel et pour utiliser son outillage et son équipement existants pour autant qu'ils conviennent.

Il est essentiel que du début à la fin de la construction, il s'établisse une coopération étroite et fructueuse entre l'architecte naval, le constructeur du navire, l'armateur, l'ingénieur électricien et l'installateur; on est ainsi assuré non seulement que les appareils électriques répondent aux services demandés, mais aussi que l'on dispose pour les câbles et les appareils d'emplacements appropriés et suffisamment spacieux.

On n'a pas l'intention d'exclure les innovations dans le matériau, les appareils et les méthodes, pas plus que de décourager les esprits inventifs.

On ne saurait trop insister sur ce point qu'une sérieuse étude technique, un choix judicieux des appareils, des matériaux de bonne qualité et appropriés et avant tout une exécution soignée jouent un rôle essentiel dans la qualité de l'installation. Les normes ne visent pas à se substituer à des spécifications détaillées ni à renseigner des personnes non averties.

La présente norme se réfère dans plusieurs de ses chapitres à d'autres publications de la CEI. Il est bien entendu que seules sont valables les éditions de ces publications en vigueur à la date de parution de la présente norme, dans la mesure où elles ne lui sont pas contraires.

En outre, le Comité d'Etudes N° 18 pourra apporter à la présente norme des modifications ou des compléments, soit en raison de l'édition de nouvelles publications, soit en raison de modifications apportées par d'autres comités aux publications de la CEI existantes, dans la mesure où les normes correspondantes intéressent les travaux du Comité d'Etudes N° 18.

On ne doit pas considérer que la présente norme remplace ou complète les règlements des Sociétés de classification ou les normes nationales. Si un armateur demande, lors de la commande de son navire, que la présente norme soit appliquée, il ne doit pas donner à cette demande le caractère d'une stipulation. S'il existe des divergences, ce sont les règlements des Sociétés de classification et les normes nationales qui ont priorité sur la présente norme.

INTRODUCTION

The operating conditions in ships sailing the seven seas as far as they affect electrical appliances are the same regardless of where the ship is built. Except for variations in quality, the materials used in the construction of electrical appliances are similar and are subject to the same natural laws. The characteristics of electric circuits and the behaviour of appliances are likewise predeterminable and follow the same fundamental laws irrespective of the country of origin.

It is accordingly feasible to establish international standards to secure that degree of performance, reliability and safety which are essential for the well-being of crews and passengers alike and for the safe carriage of valuable cargoes.

It is for the fulfilment of these ends that the present standard has been formulated. Shipbuilders, electrical contractors and manufacturers engaged in the building of ships for the international market are faced at present with several codes of rules and regulations with which to comply although, as already stated, the conditions of service are identical.

It is recognized that apparatus manufactured in various countries will inevitably differ in appearance and conception, but for the same duties similar apparatus and materials will necessarily have to meet the same service conditions. This code has therefore been drafted in the form of a standard, thus allowing the fullest possible scope for the manufacturer to use initiative in the design and development of his product and to use existing tools and patterns so far as they are suitable.

Complete and progressive co-operation between the naval architect, the shipbuilder, the owner and the designer and installer of the electrical installation are essential from the earliest stages right through to completion to ensure not only that all services required of the electrical appliances are met, but that proper and suitable space and accommodation is provided for electric cables and appliances.

It is not intended to exclude new materials, appliances and methods or to discourage invention.

It cannot be too strongly emphasized that good technical design, the correct choice of apparatus, good and suitable materials and, above all, good workmanship are essential for a sound installation. The standards are not intended to take the place of a detailed specification or to instruct untrained persons.

This standard makes reference, in several of its chapters, to other IEC publications. It should be understood that the editions of these publications in force on the date of issue of this standard are the only valid ones, in so far as they are not in contradiction with it.

Moreover, Technical Committee No. 18 may be led to amend and supplement this standard, either because of the issue of new IEC publications or due to amendments made by other Committees to existing IEC publications, to the extent in which the corresponding standards concern the work of Technical Committee No. 18.

The present standard is not to be regarded as a substitute for, or as additional rules to, the Classification Societies and National Standards. Where a shipowner requests the observance of this standard when ordering his vessel, he should not give this request the character of a stipulation. Where there are deviations, the Rules of the Classification Societies and the National Standards have preference over this standard.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

CARACTÉRISTIQUES SPÉCIALES

Réseaux d'alimentation en courant alternatif aux tensions supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 11 kV

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux réseaux d'alimentation dont les tensions sont supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 11 kV. Les prescriptions des autres chapitres de la Publication 92 de la CEI s'appliquent, s'il y a lieu, sous réserve des exceptions indiquées aux articles suivants.

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

2. Tension et fréquence

La tension et la fréquence devront être choisies conformément aux indications du tableau IV, série I, de la Publication 38 de la CEI: Tensions normales de la CEI. Les valeurs applicables aux réseaux de distribution à bord des navires sont:

Tension nominale du réseau ¹⁾ kV	Fréquence nominale Hz
3 3,3	50 ou 60
6 6,6	
10 11	

¹⁾ Valeur entre phases

3. Niveau d'isolement

Les conditions à bord des navires peuvent justifier l'emploi d'un matériel d'une classe d'isolement supérieure à celle correspondant à la tension nominale du réseau (voir la Publication 71 de la CEI: Coordination de l'isolement).

Cela devra faire l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur.

SECTION DEUX – AGENCEMENT DES RÉSEAUX

4. Distribution

Les réseaux suivants sont recommandés:

- triphasé, 3 fils – neutre isolé non distribué;
- triphasé, 3 fils – neutre à la masse*.

Le tableau principal devra se composer d'au moins deux tronçons indépendants disposés de telle façon que tous les services vitaux puissent être alimentés, même en cas de défaut sur l'un des tronçons.

* Pour les navires-citernes, voir le paragraphe 3.1 de la Modification N° 3 à la Publication 92-5 de la CEI, Cinquième partie: Transformateurs pour énergie et éclairage, redresseurs à semi-conducteurs, génératrices (avec moteurs primaires associés) et moteurs, propulsion électrique, navires-citernes.

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

SPECIAL FEATURES

A.C. supply systems with voltages in the range above 1 kV up to and including 11 kV

1. Scope

This standard covers supply systems with voltages from 1 kV up to 11 kV. The requirements contained in other chapters of IEC Publication 92 apply where appropriate, subject to the exceptions stated in the following clauses.

SECTION ONE – GENERAL

2. Voltage and frequency

Voltage and frequency should be chosen in accordance with Table IV, Series I, of IEC Publication 38, IEC Standard Voltages. The values applicable for ship's service systems are:

Nominal system voltage ¹⁾ kV	Nominal frequency Hz
3 3.3	50 or 60
6 6.6	
10 11	

¹⁾ Value between phases.

3. Insulation level

The conditions on board ships may require certain equipment having an insulation level higher than that of the nominal voltage of the system (see IEC Publication 71, Insulation Co-ordination).

This should be agreed between manufacturer and purchaser.

SECTION TWO – ARRANGEMENT OF NETWORKS

4. Distribution

The following systems are recommended:

- 3-phase, 3-wire insulated;
- 3-phase, 3-wire neutral earthed.*

The main switchboard should be in at least two independent sections, so arranged that essential services may be operated even in case of fault in one section of the switchboard.

* For tankers, see Sub-clause 3.1 of Amendment No. 3 to IEC Publication 92-5, Part 5: Transformers for Power and Lighting, Semiconductor Rectifiers, Generators (with Associated Prime-movers) and Motors, Electric Propulsion Plant, Tankers.

4.1 *Traitement du point neutre*

4.1.1 *Réseaux à neutre isolé*

Pour les réseaux à neutre isolé, il convient de noter la possibilité de surtensions transitoires à la masse d'un niveau plus élevé que sur un réseau à neutre à la masse, et des mesures spéciales devront être prises en ce qui concerne la tenue diélectrique des isolants.

4.1.2 *Réseaux à neutre relié directement à la masse*

Lorsque les neutres sont reliés directement à la masse, on devra vérifier que le matériel peut supporter le courant de défaut à la masse susceptible de se produire à la suite d'un défaut phase-masse monophasé. Si un dispositif est prévu pour limiter les courants de défaut à la masse, celui-ci ne doit pas avoir d'influence sur la sélectivité.

Note. – Sur un réseau dont le neutre est relié à la masse par une impédance (résistance ou réactance), la surtension induite, dans le cas d'un défaut à la masse, sera plus élevée que sur un réseau dont le neutre est mis directement à la masse.

4.1.3 *Réseau fractionné*

Lorsqu'un réseau mis à la masse est fractionné en deux tronçons ou plus, on doit prévoir la mise à la masse du neutre pour chaque tronçon.

4.2 *Neutres des génératrices et des transformateurs*

4.2.1 *Neutres des génératrices reliés entre eux*

Dans le cas où les génératrices sont appelées à fonctionner avec les neutres reliés entre eux, les constructeurs devront en être informés pour que les machines puissent être conçues de façon à éviter la circulation de courants excessifs. Cela est particulièrement important si elles sont de dimensions et de marques différentes.

4.2.2 *Sectionnement*

Un moyen de sectionnement devra être prévu sur la connexion de mise à la masse du neutre de chaque alternateur pour permettre d'isoler celui-ci pendant les opérations d'entretien.

Note. – Le neutre des transformateurs côté haute tension ne devra pas être mis à la masse, sauf si tous les alternateurs sont déconnectés du réseau (par exemple lors de l'alimentation par la terre).

4.3 *Tension des circuits de commande*

Si une source d'alimentation indépendante est prévue pour la commande, elle ne devrait pas être supérieure à 220 V.

SECTION TROIS – ALTERNATEURS ET MOTEURS À COURANT ALTERNATIF

5. *Enveloppes*

Le degré de protection devra être au moins égal à celui défini par la classe IP 23 de la Publication 34-5 de la CEI: Machines électriques tournantes, Cinquième partie: Degrés de protection procurés par les enveloppes des machines tournantes, sauf pour les bornes pour lesquelles il doit être au moins égal à celui défini par la classe IP 44. Pour les moteurs installés dans des locaux accessibles aux personnes non qualifiées, il est recommandé d'adopter un degré de protection contre les contacts avec des parties sous tension ou en mouvement au moins égal à celui défini par la classe IP 4x.

5.1 *Caractéristiques de fonctionnement*

5.1.1 *Contrôle de la température*

Si des sondes internes de température sont utilisées, leurs circuits devront être protégés contre les tensions parasites.

4.1 *Treatment of neutral point*

4.1.1 *Insulated neutral systems*

For insulated neutral systems, attention is drawn to the likelihood of transient overvoltage to earth being higher than on an earthed neutral system and special consideration should be given to the dielectric strength of insulation.

4.1.2 *Directly earthed neutral systems*

Where neutrals are directly earthed, it should be ascertained that the equipment can withstand the earth-fault current which may result from a single-phase earth-fault. If means are provided for limiting earth-fault currents, this should not influence selectivity.

Note. – If an impedance (resistance or reactance) is connected between the neutral point of the system and earth, then on the occurrence of an earth-fault, the induced overvoltage will be higher than will be the case with direct neutral earthing.

4.1.3 *Divided system*

Where an earthed system is divided into two or more sections, means for neutral earthing should be provided for each section.

4.2 *Generator and transformer neutrals*

4.2.1 *Generator neutrals interconnected*

If generators are intended to run with neutrals interconnected, manufacturers should be informed so that the machines can be suitably designed to avoid excessive circulating currents. This is particularly important if they are of differing size and make.

4.2.2 *Disconnection*

Means of disconnection should be fitted in the neutral earthing connection of each a.c. generator so that the generator may be disconnected for maintenance.

Note. – Transformer neutrals at the higher voltage side should not be earthed unless all the a.c. generators are disconnected from the system (for instance, during shore supply).

4.3 *Control voltage*

If an independent means of supply is required for control purposes, it should be at a voltage not higher than 220 V.

SECTION THREE – A.C. GENERATORS AND MOTORS

5. **Enclosures**

The degree of protection should be at least in accordance with Class IP 23 of IEC Publication 34-5, Rotating Electrical Machines, Part 5: Degrees of Protection by Enclosures for Rotating Machinery, but for terminals at least Class IP 44. For motors installed in spaces accessible to unqualified personnel, a degree of protection against contact with live or moving parts at least in accordance with Class IP 4x is recommended.

5.1 *Performance*

5.1.1 *Temperature monitoring*

If embedded temperature detectors are used, means should be provided to protect the circuits from stray voltages.

5.1.2 *Disposition des enroulements statoriques*

Toutes les extrémités de phase des enroulements statoriques des génératrices devront être sorties.

5.1.3 *Comportement des génératrices lors de la mise en et hors tension des transformateurs*

Le comportement des génératrices dont l'excitation est influencée par le courant d'appel à l'enclenchement des gros transformateurs devra faire l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur (voir aussi le paragraphe 4.4).

5.2 *Désexcitation*

Le dispositif d'excitation devra être conçu de telle sorte qu'une génératrice en défaut puisse être désexcitée automatiquement.

5.3 *Caractéristiques mécaniques*

5.3.1 *Accumulation d'humidité et de condensation*

Un dispositif efficace devra être prévu pour empêcher l'accumulation d'humidité et de condensation à l'intérieur des machines, spécialement lorsqu'elles sont au repos pendant des périodes assez longues, par exemple au moyen de dispositifs de réchauffage.

5.3.2 *Refroidisseurs à eau*

Un dispositif permettant le contrôle facile des fuites d'eau de refroidissement devra être prévu ainsi qu'une signalisation de fuite par alarme. Il serait souhaitable d'envisager l'utilisation de tubes doubles dans les refroidisseurs à eau.

5.3.3 *Bornes*

Les bornes haute tension et basse tension des machines tournantes ne devraient jamais être placées dans un même coffret à moins que toutes les dispositions ne soient prises pour que l'accès aux bornes basse tension puisse se faire sans danger.

Les bornes des moteurs devront être montées dans les boîtes à bornes, et, lorsque cela est possible, tous les conducteurs devront être protégés par un matériau isolant approprié. Si les conducteurs ne sont pas isolés, des écrans efficaces en matériau isolant approprié devront être prévus entre phases et entre phase et masse. Un espace convenable devra être prévu pour assurer une bonne efficacité des extrémités de câbles.

SECTION QUATRE – TRANSFORMATEURS

6. **Domaine d'application**

Cette section s'applique aux transformateurs de puissance, aux réacteurs et aux transformateurs de mise à la terre du point neutre.

6.1 *Construction*

6.1.1 *Enveloppes et installations*

Les transformateurs et réacteurs ainsi que leurs enveloppes, lorsqu'ils sont montés dans des locaux accessibles seulement au personnel qualifié, devront avoir un degré de protection au moins égal à celui défini par la classe IP 23 de la Publication 144 de la CEI: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.

Pour les transformateurs et les réacteurs installés ailleurs, le degré de protection devra être au moins égal à celui défini par la classe IP 54 de la Publication 144 de la CEI.

Si les transformateurs ne sont pas placés dans une enveloppe, mais dans une salle spéciale, le verrouillage de la porte de la salle et l'appareil commandant l'alimentation doivent être interdépendants.

5.1.2 *Stator winding circuit arrangement*

Generator stator windings should have all phase ends brought out.

5.1.3 *Generator performance at transformer switching*

The performance of generators with excitation influenced by inrush current for the switching-on of large transformers should be agreed upon by manufacturer and purchaser (see also Sub-clause 4.4).

5.2 *De-excitation*

The excitation system should be so designed that a faulty generator will be de-excited automatically.

5.3 *Mechanical characteristics*

5.3.1 *Accumulation of moisture and condensation*

Effective means should be provided to prevent accumulation of moisture and condensation within the machines especially when they are idle for appreciable periods, for instance by means of space heaters.

5.3.2 *Water coolers*

Means for easy inspection of water cooler leakage should be provided as well as indication of leakage by alarm. Consideration should be given to the use of double tubes in water coolers.

5.3.3 *Terminals*

Higher-voltage terminals of rotating machinery should never be combined with lower-voltage terminals in the same box, unless measures have been taken to ensure that access to lower voltage terminals can be obtained without danger.

Terminals of motors should be arranged in terminal boxes and, wherever practicable, all conductors should be effectively covered with suitable insulating material. If the conductors are not insulated, phases should be separated from earth and from each other by substantial barriers of suitable insulating material. Adequate space should be provided to ensure efficient cable terminations.

SECTION FOUR – TRANSFORMERS

6. **Scope**

This section applies to power transformers, reactors and neutral earthing transformers.

6.1 *Construction*

6.1.1 *Enclosures and installations*

When installed in spaces accessible only to qualified personnel, transformers and reactors, together with their enclosures, should have at least a degree of protection in accordance with Class IP 23 of IEC Publication 144, Degrees of Protection of Enclosures for Low-voltage Switchgear and Controlgear.

For transformers and reactors installed elsewhere, the degree of protection should be at least in accordance with Class IP 54 of IEC Publication 144.

Alternatively, where transformers are not contained in an enclosure but a transformer room forms the enclosure of the transformer, the door of the room is to be interlocked with the supply switchgear.

6.1.2 Réacteurs et transformateurs

Un dispositif efficace devra être prévu pour empêcher l'accumulation d'humidité et de condensation à l'intérieur des réacteurs et des transformateurs, spécialement lorsqu'ils sont au repos pendant des périodes assez longues, par exemple au moyen de dispositifs de réchauffage.

6.1.3 Couplage

L'attention est attirée sur le fait qu'on peut rencontrer des difficultés si les transformateurs sont à couplage étoile/étoile. Ces difficultés sont liées aux défauts à la masse et à l'harmonique 3.

6.2 Conditions de tension transitoire

Lorsque le plus gros récepteur côté basse tension est mis en service, la tension ne devrait pas descendre en dessous de 85 % de la tension nominale.

Note. – L'attention est attirée sur les caractéristiques de variation de tension des génératrices (voir le chapitre XVIII révisé, paragraphe 18.05 b), de la Modification N° 4 à la Publication 92-5 de la CEI).

6.3 Appel de courant

Une attention particulière devra être portée à l'appel de courant et à la baisse de tension qui en résulte au primaire, lors de la mise en tension des transformateurs. Cela est le cas particulièrement lorsqu'un second transformateur est mis en parallèle ou lorsque les caractéristiques de la génératrice et du transformateur ne sont pas compatibles. Si cela est nécessaire, le courant d'appel devra être réduit.

Note. – En l'absence de renseignements sur les transformateurs, on considérera que le courant d'appel en valeur de crête asymétrique peut atteindre une valeur nominale de $15 I_n$ après la première demi-période.

SECTION CINQ – APPAREILLAGE

7. Généralités

L'appareillage devra être du type à enveloppe métallique défini dans la Publication 298 de la CEI: Appareillage à haute tension sous enveloppe métallique (applicable à l'appareillage blindé et à l'appareillage bloc) ou du type sous enveloppe isolante défini dans la Publication 466 de la CEI.

Note. – L'attention est attirée sur le fait que les conditions de service normales de l'appareillage sous enveloppe isolante selon la Publication 466 de la CEI comprennent une température ambiante maximale de 40 °C et que, par conséquent, l'appareillage doit avoir une stabilité thermique pour une température ambiante conformément au chapitre II de la Publication 92 de la CEI.

8. Enveloppes

- a) Pour l'appareillage sous enveloppe métallique et l'appareillage sous enveloppe isolante, le degré de protection des personnes contre l'approche dangereuse des pièces sous tension devra être au moins égal à celui défini par la classe IPH3x de la Publication 298 de la CEI.
- b) Pour l'appareillage sous enveloppe métallique et l'appareillage sous enveloppe isolante, le degré de protection contre la pénétration des liquides devra être au moins égal à celui défini par la classe IP2x de la Publication 144 de la CEI.

9. Disjoncteurs, interrupteurs et coupe-circuit à fusibles – Généralités

9.1 Les disjoncteurs et les interrupteurs devront être d'un type tel que le danger d'incendie soit minimal.

9.2 Les disjoncteurs devront être conformes à la Publication 56 de la CEI: Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension. Pour le choix des disjoncteurs, l'attention est attirée sur le chapitre XIII de la Modification N° 1 à la Publication 92-4 de la CEI, Quatrième partie: Appareillage, protection électrique, distribution et appareils de commande.

9.3 Les interrupteurs devront être conformes à la Publication 265 de la CEI: Interrupteurs à haute tension.

9.4 Les coupe-circuit à fusibles devront être conformes à la Publication 282 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles haute tension (voir aussi le chapitre XIII, paragraphe 5.2, de la Modification N° 1 à la Publication 92-4 de la CEI: l'emploi de coupe-circuit à fusibles de protection contre les surcharges dans les installations alternatives à haute tension n'est pas admis).

6.1.2 Reactors and transformers

Effective means should be provided to prevent accumulation of moisture and condensation within the reactors and transformers especially when they are idle for appreciable periods, for instance, by means of space heaters.

6.1.3 Vector group

Attention is drawn to the fact that difficulties may be experienced if transformers are connected star/star. These difficulties will be associated with earth-fault conditions and third harmonics.

6.2 Transient voltage conditions

When the largest consumer on the lower voltage side is switched on, this voltage should not drop below 85 % of the nominal voltage.

Note. – Attention is drawn to the voltage change characteristics of generators (see revised Chapter XVIII, Sub-clause 18.05 *b*), of Amendment No. 4 to IEC Publication 92-5).

6.3 Current inrush

Special attention should be paid to the current inrush and as a consequence voltage dip at the primary side when transformers are switched on. This is particularly the case when a second transformer is being switched in parallel or when the relationship between the ratings of generator and transformers is not compatible. Means for reduction of current inrush should be considered if necessary.

Note. – In the absence of transformer characteristics, the asymmetrical peak value of the current inrush should be considered to reach a maximum value up to 15 I_n after the first half-cycle.

SECTION FIVE – SWITCHGEAR

7. General

Switchgear should be of the metal-enclosed type in accordance with IEC Publication 298, High-voltage Metal-enclosed Switchgear and Controlgear (applicable to metal-clad switchgear and cubicle switchgear), or of the insulation-enclosed type in accordance with IEC Publication 466.

Note. – Attention is drawn to the fact that the normal service conditions for insulation-enclosed switchgear according to IEC Publication 466 include a maximum ambient temperature of 40 °C, and that consequently the switchgear should have a thermal stability for an ambient temperature in accordance with Chapter II of IEC Publication 92.

8. Enclosures

a) For metal-enclosed and insulation-enclosed switchgear, the degree of protection of persons against hazardous approach to live parts should be at least in accordance with Class IPH3x of IEC Publication 298.

b) For metal-enclosed and insulation-enclosed switchgear, the degree of protection against ingress of liquids should be at least in accordance with Class IP2x of IEC Publication 144.

9. Circuit-breakers, switches and fuses – General

9.1 Circuit-breakers and switches should be of such a type that minimum fire hazard is ensured.

9.2 Circuit-breakers should be in accordance with IEC Publication 56, High-voltage Alternating-current Circuit-breakers. For the selection of circuit-breakers, attention is drawn to Chapter XIII of Amendment No. 1 to IEC Publication 92-4, Part 4: Switchgear, Electrical Protection, Distribution and Controlgear.

9.3 Switches should be in accordance with IEC Publication 265, High-voltage Switches.

9.4 Fuses should be in accordance with IEC Publication 282, High-voltage Fuses (see also Chapter XIII, Sub-clause 5.2, of Amendment No. 1 to IEC Publication 92-4: for high-voltage a.c. systems, the use of fuses for overload protection is not admissible).

9.5 Les canalisations et les vannes des circuits de commande à air comprimé devront être fabriquées dans un matériau résistant à la corrosion.

9.6 Si des disjoncteurs à commande à air comprimé sont utilisés, le système à air comprimé devra être conçu de telle sorte que la fermeture ne soit possible que si une pression d'ouverture suffisante est disponible pour tous les disjoncteurs du même circuit à air comprimé. Toute insuffisance de pression devra être indiquée.

9.7 Dans un système à air comprimé, on devra prévoir les moyens nécessaires à l'alimentation en air sec et pur. Ces moyens seront doublés pour permettre les opérations d'entretien.

9.8 Les disjoncteurs devront être du type débouchable ou équipés d'un dispositif équivalent, permettant l'entretien en toute sécurité lorsque les jeux de barres sont sous tension.

9.9 Les disjoncteurs et les interrupteurs débouchables devront être équipés de verrouillages mécaniques en position «embroché» et «débouché». Le verrouillage par serrure des disjoncteurs et des interrupteurs débouchables et des sectionneurs fixes devra être possible pour permettre l'entretien.

10. Mise à la masse et mise en court-circuit

Pour permettre l'entretien, un nombre approprié de dispositifs de mise à la masse et de mise en court-circuit devra être prévu pour qu'on puisse travailler en toute sécurité sur un nombre suffisant de circuits. En variante, un dispositif intégré de mise à la masse et de court-circuitage peut être prévu.

11. Protection contre les parties sous tension

Les contacts fixes des disjoncteurs et des interrupteurs débouchables devront être disposés de telle façon qu'en position «débouché» les contacts sous tension soient automatiquement protégés ou que le retrait complet ne soit possible qu'après mise en place d'écrans, à la main.

12. Dispositifs auxiliaires

Si une énergie électrique et/ou une énergie physique est nécessaire pour la manœuvre des disjoncteurs et des interrupteurs, un mécanisme d'accumulation de cette énergie devra être prévu pour un nombre approprié de manœuvres.

SECTION SIX – PROTECTION ÉLECTRIQUE

13. Généralités

En plus des recommandations du chapitre XIII de la Modification N° 1 à la Publication 92-4 de la CEI, les articles suivants doivent être appliqués:

14. Protection des génératrices

Les défauts pouvant se produire en amont du disjoncteur mentionné au chapitre XIII, paragraphe 6.2.1 c), de la Modification N° 1 à la Publication 92-4 de la CEI sont à cet égard, considérés comme des défauts phase-masse. On devra aussi tenir compte des défauts entre phases et entre enroulements.

15. Protection des moteurs

Lorsqu'un seul récepteur, par exemple un propulseur d'étrave, est alimenté directement en haute tension par l'intermédiaire d'un transformateur élévateur, la protection côté basse tension du transformateur sera considérée comme suffisante.

16. Protection des transformateurs de puissance

16.1 La préférence est donnée aux disjoncteurs pour la protection contre les courts-circuits au primaire. Si des coupe-circuit à fusibles sont utilisés, l'attention est attirée sur le chapitre XIII, paragraphe 4.1.2, de la Modification N° 1 à la Publication 92-4 de la CEI.

16.2 Si la charge totale de tous les départs du secondaire excède la charge nominale, une protection ou une alarme de surcharge devra être envisagée.

16.3 Lorsque les transformateurs sont montés en parallèle, le déclenchement du dispositif de protection au primaire devra automatiquement déclencher l'interrupteur branché au secondaire.

9.5 Conduit pipes and valves of compressed-air operating mechanisms should be of non-corrosive material.

9.6 If compressed-air-operated circuit-breakers are used, the compressed-air system should be so designed that switching on is possible only if sufficient switch-off pressure is available for every circuit-breaker on the same compressed-air system. Loss of air pressure should be indicated.

9.7 In a compressed-air system, means should be present to provide clean and dry air. These means should be duplicated to allow maintenance.

9.8 Circuit-breakers should be of the withdrawable type or with equivalent means or arrangements permitting safe maintenance whilst the busbars are live.

9.9 Withdrawable circuit-breakers and switches should be provided with mechanical locking facilities in both service and disconnected positions. For maintenance purposes, key-locking of withdrawable circuit-breakers and switches and fixed disconnectors should be possible.

10. Earthing and short-circuiting

For maintenance purposes, an adequate number of earthing and short-circuiting devices should be available to enable a sufficient number of circuits to be worked upon with safety. Alternatively, integral means of earthing and short-circuiting may be fitted.

11. Protection against live parts

The fixed contacts of withdrawable circuit-breakers and switches should be so arranged that in the withdrawn position the live contacts are automatically covered or full withdrawal is possible only after manual insertion of covers.

12. Auxiliary systems

If electrical energy and/or physical energy is required for the operation of circuit-breakers and switches, a stored supply of such energy should be provided for an adequate number of operations.

SECTION SIX – ELECTRICAL PROTECTION

13. General

In addition to the recommendations of Chapter XIII of Amendment No. 1 to IEC Publication 92-4, the following clauses apply:

14. Generator protection

The faults on the generator side of the circuit-breaker referred to in Chapter XIII, Sub-clause 6.2.1 c), of Amendment No. 1 to IEC Publication 92-4 are, in this connection, regarded as phase-to-earth. Consideration should also be given to phase-to-phase and interwinding faults.

15. Motor protection

When a single consumer, such as a bow thruster, is supplied directly at a higher voltage via a step-up transformer, the protection on the lower-voltage side of the transformer will be considered adequate.

16. Power transformer protection

16.1 For short-circuit protection at the primary side, circuit-breakers are preferred. If fuses are used, attention is drawn to Chapter XIII, Sub-clause 4.1.2, of Amendment No. 1 to IEC Publication 92-4.

16.2 If the total connected load of all outgoing circuits on the secondary side exceeds the rated load, consideration should be given to an overload protection or to an overload alarm being provided.

16.3 When transformers are connected in parallel, tripping of the protective device at the primary side should automatically trip the switch connected at the secondary side.