

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 92-5

Deuxième édition — Second edition

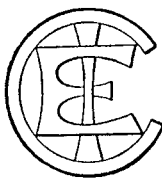
1965

Installations électriques à bord des navires

Cinquième partie Transformateurs pour énergie et éclairage, redresseurs à semiconducteurs, génératrices (avec moteurs primaires associés) et moteurs, propulsion électrique, navires citernes

Electrical installations in ships

Part 5: Transformers for power and lighting, semiconductor rectifiers, generators (with associated prime-movers) and motors, electric propulsion plant, tankers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60092-5:1965

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C E I

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 92-5

Deuxième édition — Second edition

1965

Installations électriques à bord des navires

Cinquième partie Transformateurs pour énergie et éclairage, redresseurs à semiconducteurs, génératrices (avec moteurs primaires associés) et moteurs, propulsion électrique, navires citernes

Electrical installations in ships

Part 5 Transformers for power and lighting, semiconductor rectifiers, generators (with associated prime-movers) and motors, electric propulsion plant, tankers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
AVANT-PROPOS	10

CHAPITRE XVI — TRANSFORMATEURS POUR ÉNERGIE ET ÉCLAIRAGE

Articles

16 01 à 16 03	Généralités	12
16 04 à 16 06	Construction	12
16 07 à 16 11	Valeurs nominales	14
16 12 à 16 13	Essais	20
16 14	Plaque signalétique	20

CHAPITRE XVII — REDRESSEURS A SEMICONDUCTEURS

17 01	Domaine d'application	22
17 02	Définitions	22
17 03	Généralités	22
17 04	Installation et emplacement	22
17 05	Accessibilité	24
17 06	Isolation	24
17 07	Bornes	24
17 08	Température ambiante	26
17 09	Echauffements	26
17 10	Utilisation	26
17 11	Fonctionnement en parallèle	26
17 12	Transformateurs utilisés avec des redresseurs	28
17 13	Essais	28
17 14	Plaque signalétique	28

CHAPITRE XVIII — GÉNÉRATRICES (AVEC MOTEURS PRIMAIRES ASSOCIÉS) ET MOTEURS

18 01	Domaine d'application	30
18 02 à 18 10	Moteurs primaires	30
18 11 à 18 18	Génératrices et moteurs	34
18 19 à 18 31	Génératrices à courant continu pour le service du navire	44
18 32 à 18 34	Moteurs à courant continu	48
18 35 à 18 40	Alternateurs pour le service du navire	50
18 41 à 18 42	Moteurs à courant alternatif	54
18 43 à 18 44	Essais des génératrices et des moteurs	56

CHAPITRE XIX — PROPULSION ÉLECTRIQUE

19 01 à 19 04	Considérations générales	62
19 05 à 19 09	Moteurs primaires	64

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
INTRODUCTION	11

CHAPTER XVI — TRANSFORMERS FOR POWER AND LIGHTING

Clause		
16 01-16 03	General	13
16 04-16 06	Construction	13
16 07-16 11	Rating	15
16 12-16 13	Tests	21
16 14	Rating plate	21

CHAPTER XVII — SEMICONDUCTOR RECTIFIERS

17 01	Scope	23
17 02	Definitions	23
17 03	General	23
17 04	Installation and location	23
17 05	Accessibility	25
17 06	Insulation	25
17 07	Terminals	25
17 08	Ambient temperature	27
17 09	Temperature rise	27
17 10	Application	27
17 11	Parallel operation	27
17 12	Rectifier transformer for power purpose	29
17 13	Tests	29
17 14	Rating plate	29

CHAPTER XVIII — GENERATORS (WITH ASSOCIATED PRIME-MOVERS) AND MOTORS

18 01	Scope	31
18 02-18 10	Prime-movers	31
18 11-18 18	Generators and motors	35
18 19-18 31	Ship's service d c generators	45
18 32-18 34	D C motors	49
18 35-18 40	Ship's service a c generators	51
18 41-18 42	A C motors	55
18 43-18 44	Tests for generators and motors	57

CHAPTER XIX — ELECTRIC PROPULSION PLANT

19 01-19 04	General considerations	63
19 05-19 09	Prime-movers	65

19 10 à 19 16	Alternateurs et moteurs à courant alternatif	66
19 17 à 19 21	Génératrices à moteurs à courant continu	68
19 22 à 19 25	Accouplements électromagnétiques	70
19 26 à 19 28	Excitatrices	70
19 29 à 19 35	Appareils de commande	72
19 36	Limites d'échauffement	76
19 37	Essais	76

CHAPITRE XX — NAVIRES CITERNES

20 00	Définitions	78
20 01	Domaine d'application	78
20 02	Matériel antidéflagrant ou à sécurité intrinsèque	80
20 03	Systèmes d'alimentation pour le service du navire	80
20 04	Circuits force et distribution	80
20 05	Espaces interdits à l'installation d'équipement électrique	80
20 06	Chambre des pompes de cargaison	82
20 07	Entrepôts	82
20 08	Compartiments pour moteurs électriques de pompes de cargaison ou d'assèchement et situés à la verticale des locaux de pompes	84
20 09	Câblage	84
20 10	Lampes portatives	84
20 11	Courants de retour par la coque	84
20 12	Coupe-circuit	84
INDEX alphabétique		86

19 10-19 16	A C generators and motors	67
19 17-19 21	D C generators and motors	69
19 22-19 25	Electric slip couplings	71
19 26-19 28	Exciters	71
19 29-19 35	Control gear	73
19 36	Limits of temperature rise	77
19 37	Trials	77

CHAPTER XX — TANKERS

20 00	Definitions	79
20 01	Scope	79
20 02	Flameproof or intrinsically safe equipment	81
20 03	Ship service systems of supply	81
20 04	Power supply and distribution	81
20 05	Spaces in which electrical equipment should not be installed	81
20 06	Cargo pump-rooms	83
20 07	Between deck spaces	83
20 08	Compartments for electric motors of cargo pumps or stripping pumps situated vertically above pump-rooms	85
20 09	Wiring	85
20 10	Portable lamps	85
20 11	Hull currents	85
20 12	Fuses	85
INDEX		87

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A BORD DES NAVIRES

**Cinquième partie : Transformateurs pour énergie et éclairage,
redresseurs à semiconducteurs, génératrices (avec moteurs primaires associés)
et moteurs, propulsion électrique, navires citernes**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but
- 5) La C E I 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 première édition de la Publication 92 de la C E I fut publiée en 1957 et les sujets traités étaient les mêmes que ceux qui le seront dans la deuxième édition. On reconnut à cette époque que l'étude intensive de ces sujets devait se poursuivre de façon continue afin de tenir compte des développements nouveaux et de la tendance prononcée à utiliser le courant alternatif.

En conséquence, le Comité d'Etudes N° 18 entreprit immédiatement la préparation de la deuxième édition et, de 1955 à 1962, se réunit annuellement dans ce but. On décida dès le début que, pour faciliter les révisions futures sans encourir les frais d'impression de l'ensemble du document, celui-ci serait divisé et publié en six parties, savoir :

Première partie Règles générales

Deuxième partie Symboles graphiques

Troisième partie Câbles (construction, essais et installations)

Quatrième partie Appareillage, Protection électrique, Distribution et Appareils de commande

Cinquième partie Transformateurs pour énergie et éclairage, Redresseurs à semiconducteurs, Génératrices (avec moteurs primaires associés) et Moteurs, Propulsion électrique, Navires citernes

Sixième partie Appareillage d'installation, Eclairage, Batteries d'accumulateurs, Appareils de chauffage et de cuisson, Communications intérieures, Paratonnerres

Le présent fascicule contient la Cinquième partie. Les autres parties, la 1^{re}, 2^e, 3^e, 4^e et 6^e constituent respectivement les Publications 92-1, 92-2, 92-3, 92-4 et 92-6 de la C E I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 5: Transformers for power and lighting, semiconductor rectifiers, generators (with associated prime-movers) and motors, electric propulsion plant, tankers

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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end
- 5) 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

The first edition of IEC Publication 92 was published in 1957 and included the same subjects as those which will be covered by the second edition. It was realized at that time that intensive study of these subjects must be continuous in order to take account of new developments and the rapid trend towards the use of alternating current.

Accordingly Technical Committee No. 18 immediately commenced work on the second edition and from 1955 to 1962 met annually for this purpose. It was decided at the outset that, to facilitate future revisions without incurring the expense of reprinting the whole document, it should be divided and published in six Parts, viz.

- Part 1 General Requirements
- Part 2 Graphical Symbols
- Part 3 Cables (Construction, Testing and Installations)
- Part 4: Switchgear, Electrical Protection, Distribution and Controlgear
- Part 5 Transformers for Power and Lighting, Semiconductor Rectifiers, Generators (with associated prime-movers) and Motors, Electric Propulsion Plant and Tankers
- Part 6 Accessories, Lighting, Accumulator (Storage) Batteries, Heating and Cooking Appliances, Internal Communications, Lightning Conductors

The present booklet contains Part 5. Parts 1, 2, 3, 4 and 6 have been issued as IEC Publications 92-1, 92-2, 92-3, 92-4 and 92-6 respectively.

La Cinquième partie a été complétée à Bouinemouth en 1962 et le projet en a été soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en septembre 1963

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de cette Cinquième partie

Allemagne	Japon
Australie	Noirvège
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Corée (République de)	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60092-5:1965

Part 5 was completed at Bournemouth in 1962 and the draft was circulated to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1963

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 5

Australia	Korea (Republic of)
Belgium	Netherlands
Canada	Norway
Czechoslovakia	Poland
Denmark	Sweden
France	Union of Soviet Socialist Republics
Germany	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60092-5:1965

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. À 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 aléas 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 les présentes recommandations. 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 « Recommandations », 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 les matériaux, 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 recommandations ne visent pas à se substituer à des spécifications détaillées ni à renseigner des personnes non averties.

Les présentes recommandations se réfèrent dans plusieurs de leurs chapitres à d'autres publications de la C.E.I. Il est bien entendu que seules sont valables les éditions de ces publications en vigueur à la date de parution des présentes recommandations, dans la mesure où elles ne leur sont pas contraires.

En outre, le Comité d'Études N° 18 pourra apporter aux présentes recommandations 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 C.E.I. existantes, dans la mesure où les recommandations correspondantes intéressent les travaux du Comité N° 18.

On ne doit pas considérer que les présentes recommandations remplacent ou complètent les règlements des Sociétés de classification ou les normes nationales. Si un armateur demande, lors de la commande de son navire, que les présentes recommandations soient appliquées, 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 les recommandations.

Notes 1 — Toutes les dimensions figurant dans ces recommandations sont données en premier lieu en unités métriques ; les valeurs, exprimées entre parenthèses, en unités des systèmes britannique et américain, ne représentent pas l'équivalent rigoureux des valeurs en unités métriques, mais les dimensions les plus voisines utilisées en pratique dans les pays correspondants.

2 — Les chapitres de la 1^{re} partie s'appliquent à toutes les installations et à tout le matériel faisant l'objet des autres parties des recommandations, c'est-à-dire des parties 2 à 6.

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 Recommendations have 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 "Recommendations" 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 Recommendations are not intended to take the place of a detailed specification or to instruct untrained persons.

These Recommendations make reference, in several of their Chapters, to other I E C Publications. It should be understood that the editions of these Publications in force on the date of issue of these Recommendations, are the only valid ones, in so far as they are not in contradiction with them.

Moreover, Technical Committee No. 18 may be led to amend and supplement these Recommendations, either because of the issue of new I E C Publications or due to amendments made by other Committees to existing I E C Publications, to the extent in which the corresponding Recommendations concern the work of Technical Committee No. 18.

The present Recommendations are not to be regarded as a substitute for, or as additional Rules to, the Classification Rules and National Standards. Where a shipowner requests the observance of these Recommendations 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 the Recommendations.

Notes 1 — All dimensions in these Recommendations are, in the first place, given in metric units; figures in brackets in British and American units are not exact numerical equivalents of the metric quantities, but are the nearest dimensions in practical use in the respective countries.

2 — The Chapters in Part 1 apply to all installations and to the equipment dealt with in all other Parts of these Recommendations, i.e. Part 2 to Part 6.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A BORD DES NAVIRES

Cinquième partie : Transformateurs pour énergie et éclairage, redresseurs à semiconducteurs, génératrices (avec moteurs primaires associés) et moteurs, propulsion électrique, navires citernes

CHAPITRE XVI — TRANSFORMATEURS POUR ÉNERGIE ET ÉCLAIRAGE

GÉNÉRALITÉS

16 01 Domaine d'application

Le présent chapitre s'applique à tous les transformateurs pour énergie et éclairage, installés à bord, d'une puissance nominale égale ou supérieure à 1 kVA en monophasé ou à 5 kVA en triphasé, et s'il y a lieu aux bobines égalisatrices, ainsi qu'aux selfs saturables et aux transducteurs correspondant à une puissance égale ou supérieure à 1 kVA

Note — Pour les transformateurs utilisés avec des redresseurs, voir article 17 12

16 02 Généralités

A l'exception de ceux utilisés pour le démarrage des moteurs, les transformateurs doivent être à deux enroulements séparés et, de préférence, du type sec à refroidissement par air

16 03 Emplacement

Les transformateurs doivent être installés dans des compartiments bien ventilés, accessibles uniquement au personnel autorisé. En ce qui concerne toutefois les transformateurs à refroidissement par air munis de dispositifs de protection contre le contact accidentel de parties sous tension, il n'est pas nécessaire de les installer dans des compartiments spéciaux

Les transformateurs à refroidissement par liquide doivent être logés dans un compartiment métallique muni d'un dispositif approprié pour l'évacuation des fuites de liquide

Des dispositifs appropriés doivent être prévus pour refroidir et recueillir tout le liquide susceptible de fuir d'une cuve endommagée

Les transformateurs et leurs connexions doivent être protégés contre toute détérioration mécanique, condensation et corrosion auxquelles ils sont normalement exposés

CONSTRUCTION

16 04 Bornes

Des bornes appropriées, marquées sans ambiguïté, doivent être disposées à un emplacement accessible, se prêtant au raccordement de l'extérieur. Les bornes doivent être fixées de façon sûre et être espacées et/ou protégées de façon à ne pouvoir être accidentellement mises à la masse, mises en court-circuit ni touchées

16 05 Construction

Le degré de protection nécessaire pour les transformateurs et leurs bornes doit être fonction de leur emplacement à bord, les transformateurs doivent être au moins du type protégé contre les chutes de gouttes d'eau

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 5: Transformers for power and lighting, semiconductor rectifiers, generators (with associated prime-movers) and motors, electric propulsion plant, tankers

CHAPTER XVI — TRANSFORMERS FOR POWER AND LIGHTING

GENERAL

16 01 Scope

This Chapter applies to all transformers for power and lighting installed on shipboard, rated at 1 kVA or more for single-phase or at 5 kVA or more for 3-phase and where appropriate to static balancers and to saturable reactors and to transductors whose volume corresponds to a rating of 1 kVA or more

Note — For transformers for use with rectifiers see Clause 17 12

16 02 General

Transformers except those used for motor starting should be double-wound (two separate windings) and preferably of the dry, air-cooled type

16 03 Position

Transformers should be installed in well-ventilated compartments, accessible only to authorized personnel except that air-cooled transformers provided with means of protection against accidental contact with live parts need not be installed in special compartments

Liquid-cooled transformers should be housed in a metallic compartment having adequate means for the drainage of liquid leakage

Suitable arrangements should be provided for cooling and containing all the liquid which might escape from a damaged tank

Transformers and their connections should be protected against such mechanical damage, condensation and corrosion as may reasonably be expected

CONSTRUCTION

16 04 Terminals

Suitable terminals, clearly marked, should be provided in an accessible position, convenient for external connections. The terminals should be effectually secured and should be so spaced and/or shielded that they cannot be accidentally earthed, short-circuited or touched

16 05 Construction

The degree of protection required for transformers and their terminals should be related to their position on board, transformers should have protection of at least the drip-proof type

16 06 Refroidissement par liquide

Les transformateurs à refroidissement par liquide doivent être de préférence du type à conservateur et être construits de façon à fonctionner sans risque de déversement de liquide pour une inclinaison du navire spécifié au chapitre II (Première partie). Si l'on doit assurer la respiration, un déshydrateur approprié doit être prévu.

VALEURS NOMINALES

16 07 Valeurs nominales

i) Tension primaire nominale

La tension primaire nominale est la tension de l'enroulement primaire sur la prise principale dans les conditions normales de fonctionnement. Elle doit être spécifiée par l'acheteur et marquée sur la plaque signalétique.

ii) Tension secondaire nominale

La tension secondaire nominale est la tension de l'enroulement secondaire sur la prise principale à vide lorsqu'on applique la tension primaire nominale sur l'enroulement primaire sur la prise principale. Elle doit être spécifiée par l'acheteur et marquée sur la plaque signalétique.

iii) Puissance nominale

La puissance nominale est exprimée en kVA. Elle doit être spécifiée par l'acheteur et marquée sur la plaque signalétique.

La puissance nominale correspond au service continu. Elle est telle que le transformateur alimenté sous la tension primaire nominale débite le courant secondaire nominal (voir définition ci-dessous) pendant une durée illimitée, sans dépassement des échauffements limites indiqués à l'article 16 10.

Note — Lorsque le transformateur doit fonctionner sous une tension primaire constante, la puissance apparente en charge aux bornes du secondaire diffère de la puissance nominale d'une valeur correspondant à la chute de tension et égale au produit de la tension secondaire réelle par le courant secondaire nominal et un facteur approprié tenant compte du nombre de phases.

iv) Courant secondaire nominal

Le courant secondaire nominal est le courant obtenu en divisant la puissance nominale par la tension secondaire nominale et, dans le cas des transformateurs polyphasés, un facteur approprié tenant compte du nombre de phases.

v) Tension de court-circuit

La tension de court-circuit est la tension exprimée en pour cent de la tension primaire nominale, qu'il est nécessaire d'appliquer à l'enroulement primaire lorsque l'enroulement secondaire est mis en court-circuit et que l'enroulement primaire est parcouru par le courant primaire nominal. La même définition s'applique à l'enroulement secondaire en permutant les termes de « primaire » et « secondaire », mais dans ce cas, la tension de court-circuit s'exprime en pour cent de la tension secondaire nominale à vide. Sauf spécification contraire, la prise utilisée doit être la prise principale. La mesure de la tension de court-circuit peut être effectuée avec un courant inférieur à la valeur nominale, dans ce cas, on corrige la valeur obtenue proportionnellement au courant et en la ramenant à la température de 75 °C.

16 08 Variations de tension

Les variations de la tension entre le fonctionnement à vide et le fonctionnement en charge, pour une charge non inductive, ne doivent pas dépasser 5 % pour les transformateurs de puissance nominale inférieure ou égale à 5 kVA par phase, et 2,5 % pour ceux de puissance nominale supérieure à 5 kVA par phase.

Le rapport de transformation ne doit pas différer de la valeur fixée de plus de 0,5 % ou d'une valeur égale au 1/10 de la tension de court-circuit exprimée en pour cent, à la charge nominale, en prenant la plus faible de ces deux valeurs.

16 09 Fonctionnement en parallèle

Lorsque des transformateurs sont aménagés de façon que leurs enroulements secondaires puissent être reliés en parallèle, leurs groupes de couplage doivent être compatibles, leurs rapports de transformation

16 06 Liquid-cooling

Liquid-cooled transformers should be preferably of the conservator type, and should be so designed that, under all conditions with the ship inclined from the normal specified in Chapter II (Part 1), they operate without risk of spilling liquid. If provision is made for breathing, a suitable dehydrator should be provided.

RATING

16 07 Rating

i) *Rated primary voltage*

The rated primary voltage is the voltage of the principal primary tapping under the usual operating conditions. It should be specified by the purchaser and marked on the rating plate.

ii) *Rated secondary voltage*

The rated secondary voltage is the voltage of the principal secondary tapping at no-load when applying rated primary voltage of the principal primary tapping and should be as specified by the purchaser and marked on the rating plate.

iii) *Rating*

The rating is expressed in kVA and should be specified by the purchaser and marked on the rating plate.

The rating is a continuous rating and is such that the transformer at rated primary voltage can deliver its rated secondary current (see definition below) for an unlimited period without the limits of temperature rise given in Clause 16 10 being exceeded.

Note — If the transformer has to work at constant primary voltage, the apparent power at the secondary terminals in loaded conditions differs from the rating by a quantity corresponding to the voltage drop and is the product of the actual secondary voltage, the rated secondary current and the appropriate phase factor.

iv) *Rated secondary current*

The rated secondary current is the current derived by dividing the rating by the rated secondary voltage and, in the case of polyphase transformers, by the appropriate phase factor.

v) *Impedance voltage*

Impedance voltage is the voltage, expressed as a percentage of the rated primary voltage, required to be applied to the primary winding when the secondary winding is short-circuited and the rated primary current is flowing in the primary winding, or vice versa, in which latter case it is expressed as a percentage unless otherwise stated. The impedance voltage may be measured at a current less than the rated current and the value corrected in proportion to the current and to a temperature of 75 °C.

16 08 Regulation

The voltage variations between no load and full load, with non-inductive load, should not exceed 5% for transformers rated at up to 5 kVA per phase and 2.5% for transformers rated at more than 5 kVA per phase.

The voltage ratio should be within 0.5% of the declared ratio, or a percentage equal to 1/10 of the percentage impedance voltage at rated load, whichever is the smaller.

16 09 Parallel operation

When transformers are so arranged that their secondary windings may be connected in parallel, their coupling groups should be compatible and their no-load voltage ratios should be equal (with tolerances

à vide doivent être égaux (avec les tolérances prévues) et leurs tensions en court-circuit doivent être telles que le courant réel de chaque groupe fonctionnant en parallèle ne diffère pas de plus de 10 % de la valeur normale du courant en pleine charge du groupe. Lorsque des transformateurs sont destinés à fonctionner en parallèle, la puissance nominale du transformateur le plus petit ne doit pas être inférieure à la moitié de la puissance nominale du transformateur le plus important du groupe.

16 10 Échauffements limites

Les échauffements mesurés en fonctionnement continu à la puissance nominale maximale ne doivent pas dépasser les limites indiquées au tableau I.

Pour un transformateur sec ou à refroidissement par liquide dont le refroidissement dépend de la circulation naturelle ou forcée de l'air, les limites d'échauffement doivent être spécifiées en tant qu'échauffements par rapport à la température de l'air de refroidissement. Pour les transformateurs à refroidissement par circulation d'eau, l'échauffement doit être déterminé par rapport à la température de l'eau à l'entrée.

Le tableau I ci-dessous se base sur des températures de fluide de refroidissement égales à 30 °C pour l'eau et 45 °C pour l'air.

Lorsque les températures de référence pour les fluides sont de 25 °C pour l'eau et 40 °C pour l'air, les valeurs du tableau I ci-dessous peuvent être majorées de 5 °C (voir chapitre II, Première partie).

TABLEAU I
Échauffements limites des transformateurs

TABLEAU I A
Enroulements

i) Transformateurs du type sec

Mode de refroidissement	Échauffement mesuré par la méthode de variation de résistance				
	Isolants de la classe				
	A	E	B	F	H
Par air	50 °C	65 °C	75 °C		

Note — Les températures pour les classes d'isolants F et H sont à l'étude.

ii) Transformateurs du type immergé

Mode de refroidissement	Circulation du liquide	Échauffement mesuré par la méthode de variation de résistance Isolants Classe A
Air Eau (réfrigérants intérieurs)	Par convection	55 °C
Air soufflé Eau (réfrigérants extérieurs)	Circulation forcée par pompe	60 °C

allowed) and their short-circuit potential should be such that the actual current of each parallel-operating unit does not deviate more than 10% from the correct value of the full load current of that unit. When transformers are intended for operation in parallel, the rated output of the smallest transformer in the group should be not less than half of the rated output of the largest transformer in the group.

16.10 Limits of temperature rise

The temperature rise, measured during continuous operation at the maximum rating should not exceed the limits given in Table I.

For a dry or liquid-cooled transformer where the cooling depends upon natural air circulation or forced draught, the limits of temperature rise should be specified as the temperature rise above the cooling-air temperature. For a transformer cooled by circulating water, the temperature rise should be measured with respect to the temperature of the water at the point of entry.

Table I, below, is based on temperature of cooling fluid equal to 30 °C for water and 45 °C for air.

Where the reference temperatures for fluids are 25 °C for water and 40 °C for air, the values shown in Table I, below, may be increased by 5 °C. (See Chapter II, Part 1)

TABLE I
Limits of temperature rise on transformers

TABLE IA
Windings

i) Dry-type transformers

Cooling	Temperature rise by resistance method Class of insulating materials				
Air	A	E	B	F	H
	50 °C	65 °C	75 °C		

Note — Temperatures for Classes F and H materials are under consideration

ii) Liquid-immersed transformers

Cooling	Liquid circulation	Temperature rise by resistance method Class A materials
Air Water (internal coolers)	Natural thermal head	55 °C
Air blast Water (external coolers)	Forced circulation by pump	60 °C

TABLEAU IB

Parties diverses

Parties	Echauffement mesuré au thermomètre
Liquide (aussi près que possible du niveau supérieur)	50 °C lorsque le liquide de la cuve principale est protégé du contact avec l'air 45 °C lorsque le liquide de la cuve principale est en contact avec l'air
Noyau magnétique et autres parties	L'échauffement ne doit en aucun cas atteindre une valeur telle qu'il y ait un risque de détérioration pour une partie quelconque du noyau ou d'autres parties du transformateur

16 11 Court-circuit

Les transformateurs doivent pouvoir supporter sans dommage, pendant les durées indiquées au tableau II, des courts-circuits sur l'un quelconque ou plusieurs des enroulements secondaires, les tensions nominales d'alimentation étant maintenues sur tous les enroulements destinés à être reliés aux sources d'alimentation extérieures. Une tolérance sur l'impédance du réseau alimentant le transformateur peut être admise par accord entre l'acheteur et le constructeur (voir Publication 76 de la C E I Recommandations pour les transformateurs de puissance).

Pour la détermination des efforts mécaniques, on suppose le courant initial complètement asymétrique.

Lorsqu'un essai de court-circuit est effectué, il doit l'être à titre d'essai de type.

TABLEAU II

Valeur et durée des courants de court-circuit

Tension de court-circuit du transformateur	Durée du court-circuit s	Courant de court-circuit efficace symétrique, que le transformateur doit supporter
Inférieure ou égale à 4 %	2	25 fois le courant nominal
Supérieure à 4 %	3	$\text{Courant nominal} \times \frac{100}{\text{tension de court-circuit en \%}}$

Dans le cas des transformateurs à 3 enroulements ou plus, le temps pendant lequel le transformateur doit pouvoir supporter un court-circuit dépend du courant maximal susceptible de circuler dans chaque enroulement mis en court-circuit lorsque tous les autres enroulements destinés à être connectés à une source extérieure d'alimentation sont alimentés sous leur tension nominale.

Chaque enroulement doit être considéré séparément et on doit utiliser le rapport entre le courant maximal de court-circuit dans un enroulement et son courant nominal, indiqué dans le tableau, pour obtenir la durée admissible du court-circuit pour cet enroulement.

TABLE IB

Miscellaneous parts

Part	Temperature rise by thermometer
Liquid (as near the top level as possible)	50 °C when the liquid in the main tank is protected from contact with air 45 °C when the liquid in the main tank is in contact with air
Iron core and other parts	The temperature rise shall in no case reach such a value that there is a risk of injury to any part of the core or to other parts of the transformer

16 11 **Short-circuit**

Transformers should be capable of withstanding short-circuits on any secondary winding or windings without injury for the time periods given in Table II, with the rated line voltages maintained on all windings intended for connection to external sources of power. Allowance may be included for the impedance of the system feeding the transformer by agreement between the purchaser and the manufacturer. (See I E C Publication 76, Recommendations for Power Transformers.)

The initial current is assumed to be completely displaced from zero in so far as determining the mechanical stresses is concerned.

If a short-circuit test is made, it should be a type test.

TABLE II

Short-circuit currents and their duration

Transformer impedance voltage	Duration of short-circuits	R M S symmetrical short circuit current to be withstood
4% or lower	2	25 times rated current
Higher than 4%	3	Rated current times $\times \frac{100}{\% \text{ impedance voltage}}$

For transformers having 3 or more windings, the time for which the transformer should be capable of withstanding a short-circuit is dependent upon the maximum current which can flow in any short-circuited winding with rated voltage maintained on all other windings intended for connections to an external source of power.

Each winding should be considered separately and the ratio of maximum short-circuit current in a winding to its rated current should be used in the table to obtain the permissible duration of short-circuit for that winding.

ESSAIS

16 12 Essai diélectrique

Un essai diélectrique doit être effectué sur chaque transformateur à l'usine du constructeur, de préférence à chaud, immédiatement après l'essai d'échauffement s'il est effectué. L'essai s'effectue en appliquant la tension entre l'enroulement à essayer et les autres enroulements, le châssis et la cuve du transformateur reliés ensemble à la masse.

L'essai doit être effectué sous une tension alternative de 1 kV plus deux fois la tension efficace entre phases la plus élevée, sous réserve d'une tension minimale de 2,5 kV, à toute fréquence appropriée comprise entre 25 Hz et deux fois la fréquence nominale. La pleine tension d'essai doit être maintenue pendant 1 minute sans interruption.

Les transformateurs monophasés destinés à être utilisés dans un groupe polyphasé doivent être essayés conformément aux prescriptions applicables aux transformateurs couplés ensemble dans le système.

16 13 Essai de surtension induite

Pour l'essai entre spires, bobines et bornes d'enroulements, on doit appliquer une tension alternative de valeur égale à deux fois la tension qui s'établit entre ces parties, lorsque la tension nominale est appliquée aux bornes. La durée de l'essai doit être de

$$1 \text{ minute} \times \frac{2 \text{ fois la fréquence nominale}}{\text{fréquence d'essai}}$$

avec un minimum de 15 s.

L'essai s'effectue immédiatement après l'essai d'échauffement, s'il y a lieu.

PLAQUE SIGNALÉTIQUE

16 14 Plaque signalétique

La plaque signalétique des transformateurs pour énergie et éclairage doit donner les renseignements suivants, les valeurs nominales étant en conformité avec la publication 76 de la C E I :

- i) Spécification à laquelle le transformateur est conforme
- ii) Nom et adresse du constructeur
- iii) Numéro de série du constructeur, année de fabrication et désignation du type
- iv) Genre de service ou renseignements nécessaires si le transformateur est destiné à fonctionner suivant plus d'un genre de service
- v) Indications supplémentaires détaillées ci-dessous, dans la mesure appropriée
- vi) Transformateur
- vii) Nombre de phases
- viii) Fréquence
- ix) Puissance nominale en kVA
- x) Tensions à vide primaire et secondaire
- xi) Courants primaire et secondaire pour chaque enroulement
- xii) Désignation des couplages
- xiii) Tension de court-circuit en pour cent (sur la prise principale, s'il en existe)
- xiv) Classe d'isolement
- xv) Mode de refroidissement

Notes 1 — Si le transformateur est refroidi par un liquide, le constructeur doit préciser le type recommandé de liquide refroidissant. Ceci peut être indiqué sur une plaque séparée.

2 — Les indications données de ix) à xiii) doivent se rapporter aux prises principales.

3 — Si nécessaire, les renseignements relatifs aux prises supplémentaires doivent être précisés au moyen d'un schéma de connexions.

TESTS

16 12 High-voltage test

An applied high-voltage test should be carried out on every transformer at the manufacturer's works, preferably with the transformer hot immediately after the temperature test, if any. The test should be applied between the winding under test and the remaining windings, frame and tank of the transformer all connected to earth.

The test should be made with a c at 1 kV plus twice the highest r m s voltage sustained between lines subject to a minimum voltage of 2.5 kV at any convenient frequency between 25 Hz (c/s) and twice the rated frequency. The full test-voltage should be maintained for 1 minute without breakdown.

Single-phase transformers for use in a polyphase group should be tested in accordance with the requirements for the transformers as connected together on the system.

16 13 Induced overvoltage withstand test

For the test between turns, coils and terminals of windings, alternating voltage should be applied corresponding to twice the voltage appearing between these parts when rated voltage is applied to the terminals. The duration of the test shall be equal to

$$1 \text{ minute} \times \frac{\text{twice rated frequency}}{\text{test frequency}}$$

with a minimum of 15 s

The test to be carried out immediately after the temperature-rise test, if any.

RATING PLATE

16 14 Rating plate

The rating plate of transformers for power and lighting should give information according to the following, the rating being in accordance with I E C Publication 76

- i) The specification to which the transformer conforms
- ii) Manufacturer's name and address
- iii) Manufacturer's serial number, year of manufacture and type designation
- iv) The class of rating or the necessary information if the transformer is intended to operate under more than one class of rating
- v) The additional information detailed below, as appropriate
- vi) Transformer
- vii) Number of phases
- viii) Frequency
- ix) Rated output in kVA
- x) Primary and secondary no-load voltages
- xi) Primary and secondary currents for each winding
- xii) Designation of transformer connection
- xiii) Impedance voltage in percent (on the principal tapping if any)
- xiv) Class of insulation
- xv) Method of cooling

Notes 1 — If the transformer is liquid-cooled, the manufacturer shall state the recommended type of cooling liquid. This may be done on a separate plate.

2 — The information given under ix) to xiii), should refer to the principal tapplings.

3 — When necessary, information about extra tapplings should be clarified by a connection diagram.

CHAPITRE XVII — REDRESSEURS A SEMICONDUCTEURS

17 01 Domaine d'application

Le présent chapitre traite des redresseurs à semiconducteurs des types à oxyde de cuivre, sélénium, germanium et silicium. Chacun de ces types de redresseurs à semiconducteurs présente des caractéristiques différentes en ce qui concerne les variations de la résistance causées par le vieillissement, l'utilisation, les conditions climatiques et les températures successivement rencontrées.

Les recommandations ne s'appliquent pas aux redresseurs de télécommunications autres que ceux destinés à alimenter ces appareils, ni aux redresseurs utilisés comme accessoires d'appareils de mesures.

17 02 Définitions

a) Cellule redresseuse à semiconducteur

Une cellule redresseuse à semiconducteur est un dispositif redresseur élémentaire consistant en une combinaison entre un semiconducteur et un métal en contact l'un avec l'autre et qui présente une conductibilité asymétrique suivant la polarité de la tension qui lui est appliquée, complet dans son enveloppe avec ses dispositifs de refroidissement s'ils en font partie intégrante.

b) Élément redresseur

Un élément redresseur est un assemblage unique d'une ou plusieurs cellules redresseuses avec son (leur) montage associé, son (ses) dispositif(s) de refroidissement éventuel(s) et les connexions électriques et mécaniques.

c) Assemblage d'éléments redresseurs

Un assemblage d'éléments redresseurs est un assemblage à la fois électrique et mécanique d'un ou plusieurs éléments redresseurs complets avec toutes leurs connexions, leurs dispositifs de refroidissement éventuels, dans son propre châssis mécanique.

d) Groupe redresseur

Un groupe redresseur est un ensemble fonctionnel comprenant un ou plusieurs éléments redresseurs avec ses transformateurs et autres accessoires, s'il y a lieu, pour la conversion du courant alternatif en courant continu.

17 03 Généralités

Les cellules redresseuses à semiconducteur peuvent être assemblées en éléments qui à leur tour peuvent être connectés suivant diverses combinaisons de circuits en série et/ou en parallèle de façon à former des circuits à une alternance, ponts monophasés, ponts triphasés ou autres circuits combinés.

17 04 Installation et emplacement

a)

Les redresseurs à semiconducteurs doivent être installés de façon à ne pas entraver la circulation de l'air à destination ou en provenance du redresseur et de son enveloppe (s'il en existe une) et de telle sorte que la température de l'air admise dans un redresseur à refroidissement par air ne dépasse pas celle pour laquelle le redresseur est prévu.

On doit prendre des précautions lors du montage de redresseurs à proximité de résistances, de tuyaux de vapeur, de tuyaux d'échappement ou d'autres sources de rayonnement de chaleur.

CHAPTER XVII — SEMICONDUCTOR RECTIFIERS

17 01 Scope

This chapter deals with semiconductor rectifier equipments of the copper-oxide, selenium, germanium and silicon types. Each of these types of semiconductor rectifier stacks will exhibit different characteristics with respect to changes in resistance values with age, use, climatic conditions and temperature history.

The recommendations do not apply to telecommunication rectifiers other than those for power supplies to such apparatus, nor to rectifiers used as auxiliaries of measuring instruments.

17 02 Definitions

a) *Semiconductor rectifier cell*

The elementary rectifying device consisting of a combination of semiconductors, or of a semiconductor and a metal in contact with one another, which presents an asymmetrical conductance according to the polarity of the voltage applied to it, complete in its envelope with cooling means if integral with it.

b) *Rectifier stack*

A single structure of one or more rectifier cells with its (their) associated mounting(s), cooling attachment(s), if any, and connections, whether electrical or mechanical.

c) *Rectifier stack assembly*

An electrically and mechanically combined structure of one or more rectifier stacks complete with all its connections, together with the means for cooling, if any, in its own mechanical structure.

d) *Rectifier equipment*

An operative assembly comprising one or more rectifier stacks, together with transformers and other auxiliaries, if any, for the conversion of alternating current into direct current.

17 03 General

Semiconductor rectifier cells may be arranged in stacks which themselves may be connected in various combinations of series and/or parallel circuits to form half-wave single-phase bridge, three-phase bridge or other combination circuits.

17 04 Installation and location

a)

Semiconductor rectifier stacks or equipments should be installed in such a manner that the circulation of air to and from the rectifier stacks (or equipments) or its enclosure (if any) is not impeded and that the temperature of the inlet air to cooled rectifier stacks by forced ventilation does not exceed that for which the rectifier stacks are specified.

Caution should be exercised in the mounting of rectifier stacks or equipments near resistors, steam pipes, engine exhaust pipes, or other sources of radiant heat energy.

- b) Les armoires de redresseurs à refroidissement naturel doivent être munies d'ouvertures de ventilation suffisantes ou d'une surface de rayonnement suffisante dans le cas des redresseurs fermés pour ne pas dépasser les limites de températures admissibles
- c) Les éléments à refroidissement par air doivent être efficacement protégés contre les effets de l'air salin et l'humidité
- d) La protection par mercure contre les moisissures, même en très faible quantité, endommage les éléments au sélénium et ne doit pas être utilisée à proximité
- e) Les redresseurs du type immergé doivent pouvoir fonctionner sans fuite dans les conditions de roulis définies au chapitre II (Première partie)

17 05 Accessibilité

Les éléments redresseurs doivent être montés de façon à pouvoir être retirés du groupe sans démontage de l'ensemble

17 06 Isolation

- a) Eléments et groupes redresseurs à semiconducteurs polycristallins (sélénium et oxyde de cuivre)

L'isolation et les distances dans l'air des parties du groupe redresseur à semiconducteur qui sont isolées du côté alternatif doivent pouvoir supporter sans perforation pendant 1 minute l'application d'une tension alternative à 50 ou 60 Hz dont la valeur efficace est donnée par la formule

$$2 \times \frac{U_p}{\sqrt{2}} + 1\,000 \text{ V}$$

avec un minimum de 2 000 V

U_p est la valeur de crête de la tension la plus élevée (sur-tension transitoire exclue) qui se produit dans le groupe en service nominal

Cette tension d'essai est appliquée entre les parties normalement sous tension et toutes les parties normalement non sous tension qui peuvent être mises à la masse

Lois que $\frac{U_p}{\sqrt{2}}$ ne dépasse pas 60 V, la tension alternative d'essai est de 600 V efficaces

Lois que $\frac{U_p}{\sqrt{2}}$ est compris entre 60 et 90 V, la tension alternative d'essai est de 900 V efficaces

- b) Autres types de groupes redresseurs A l'étude

17 07 Bornes

Les bornes côté alternatif des éléments redresseurs à semiconducteurs doivent être marquées des lettres C A ou du symbole $\sim$

La borne positive, côté continu doit être marquée du signe +

La borne négative, côté continu doit être marquée du signe —

Les éléments redresseurs doivent être munis de bornes

- b) Naturally air-cooled rectifier cabinets should be designed with sufficient ventilating openings, or with sufficient radiating surface in the case of totally enclosed rectifier equipments, to operate within allowable temperature limits
- c) Air-cooled stacks should be suitably protected against the effects of salt air and humidity
- d) Mercury-type fungus protection even in minute quantity will damage selenium-type rectifier cells and should not be used in the vicinity
- e) When rectifier stacks or equipments are of the liquid-cooled type, they should be suitable for operation without leakage during rolling of the ship, in accordance with Chapter II (Part I)

17 05 Accessibility

Semiconductor rectifier stacks should be mounted in such a manner that they may be removed from equipment without dismantling the complete unit

17 06 Insulation

- a) Polycrystalline semiconductor rectifier stacks and equipments (selenium and copper oxide)

The insulation and clearances of those parts of semiconductor rectifier equipment which are insulated from the a c side should be capable of withstanding without breakdown for a period of 1 minute, the application of a 50 or 60 Hz (c/s) alternating current r m s voltage determined by the formulae

$$2 \times \frac{U_p}{\sqrt{2}} + 1\,000 \text{ V}$$

with a minimum of 2 000 V

U_p is the peak value of the highest voltage (transient over-voltage excluded) which occurs within the equipment in rated service

This test voltage is applied between current-carrying parts and any non-current carrying metal parts which may be earthed

Where $\frac{U_p}{\sqrt{2}}$ is not higher than 60 V, the alternating current test voltage should be 600 V r m s

Where $\frac{U_p}{\sqrt{2}}$ is in the range of 60 to 90 V, the alternating current test voltage should be 900 V, r m s

- b) Other types of rectifier equipment Under consideration

17 07 Terminals

The a c terminals of semiconductor rectifier stacks should be marked with the letters A C or the symbol ~

The positive d c terminal should be marked with a plus +

The negative d c terminal should be marked with a minus —

Terminals should be supplied on rectifier stacks

Les couleurs conventionnelles suivantes peuvent être utilisées à la place des symboles

Continu positif	rouge
Continu négatif	bleu
Alternatif monophasé	jaune
Alternatif triphasé	vert pour la phase 1 jaune pour la phase 2 bleu ou violet pour la phase 3 gris pour le neutre isolé noir pour les connexions de masse

17 08 Température ambiante

- a) En raison des dommages causés aux semiconducteurs par une température exagérée, même quand elle s'exerce pendant une courte durée, tous les redresseurs à semiconducteurs doivent être prévus pour une température ambiante de 45 °C en permanence

Note — La Publication 119 de la C E I : Recommandations pour les cellules, éléments redresseurs et groupes redresseurs à semiconducteurs polycristallins, utilise 35 °C comme température de référence

- b) Les redresseurs à refroidissement par eau, doivent fonctionner de façon satisfaisante avec une température maximale de l'eau de refroidissement à l'entrée de 30 °C
- c) Dans le cas où l'on peut rencontrer des températures ambiantes supérieures à celles indiquées ci-dessus, on doit réduire les valeurs nominales des redresseurs de façon à limiter la température maximale
- d) En cas de nécessité de séchage au moyen d'appareils électriques chauffants ou d'autres dispositifs de chauffage pour l'entretien et la surveillance, on doit spécialement veiller à ne pas dépasser les limites totales de température

17 09 Echauffements

Les échauffements dans toutes les conditions de fonctionnement doivent être limités à une valeur qui permette au redresseur de satisfaire aux prescriptions relatives aux caractéristiques de fonctionnement

17 10 Utilisation

- a) Lorsqu'on utilise un refroidissement forcé, le circuit doit être aménagé de façon que l'alimentation des redresseurs ne puisse être établie ou maintenue sans que le refroidissement soit effectivement en fonction
- b) On doit prendre des précautions pour se prémunir contre les effets sur le groupe redresseur des surintensités et surtensions dues à des perturbations sur le réseau à courant alternatif ou à un retour de puissance quand la charge en courant continu peut en produire
- c) Toutes les installations doivent comporter un schéma de principe et un schéma de connexion ou être accompagnées d'instructions d'emploi

17 11 Fonctionnement en parallèle

Lorsque des redresseurs fonctionnent en parallèle avec d'autres groupes redresseurs, des génératrices de courant continu ou des batteries, on doit veiller à ce que, dans les conditions de charge spécifiées, la répartition de la charge soit telle qu'il n'y ait de surcharge dans aucun élément et que leur couplage en parallèle soit stable

The following colour markings may be used as an alternative to the symbols

Positive d c	red
Negative d c	blue
Single-phase a c	yellow
For three-phase a c :	green for phase 1
	yellow for phase 2
	brown or violet for phase 3
	grey for insulated neutral
	black for earth connections

17 08 Ambient temperature

- a) Because of the harmful effects on semiconductor rectifier cells of excessive temperature for even a short time, all semiconductor rectifier equipments should be rated for continuous 45 °C ambient

Note — IEC Publication 119, Recommendations for Polycrystalline Semiconductor Rectifier Stacks and Equipments, uses 35 °C as the reference temperature

- b) Water-cooled rectifier stacks or equipments, should operate satisfactorily with a maximum cooling water inlet temperature of 30 °C
- c) Where higher than the above ambient temperatures may be encountered, semiconductor rectifier stacks should be derated to limit the total maximum temperature
- d) If there is a need for drying by means of electric heaters or some other means of applying heat for the purposes of maintenance and inspection, special care should be taken not to exceed the total maximum temperature limitations

17 09 Temperature rise

The temperature rise under all operating conditions should be limited to such a value as will permit the rectifier stacks to meet the specified performance requirements

17 10 Application

- a) Where forced cooling is utilized, the circuit should be so designed that power cannot be applied to or retained on rectifier stacks unless effective cooling is maintained
- b) Precautions should be taken to guard against the effects on rectifier equipment of overcurrent and overvoltage due to disturbance on the a c system or to regenerated power, if the d c load can operate in such a way
- c) All applications should contain schematic and wiring diagrams, or instruction books should be provided

17 11 Parallel operation

For rectifier equipments operating in parallel with other rectifier equipment, d c generators or batteries, precautions should be taken to ensure that within the specified loading conditions, load sharing is such that overloading of any units does not occur and that the combination of the parallel equipment is stable

17 12 Transformateurs utilisés avec des redresseurs

Les transformateurs utilisés avec des redresseurs doivent être à enroulements séparés et du type sec, à refroidissement par air. On ne doit pas utiliser d'auto-transformateurs à cet effet. Les transformateurs dont la puissance nominale n'excède pas 1 kVA en monophasé ou 5 kVA en triphasé, utilisés en liaison directe avec des redresseurs, doivent satisfaire aux prescriptions suivantes.

Des bornes de connexion ou des cosses de raccordement doivent être prévues selon le type de redresseur avec lequel le transformateur est utilisé. Les conducteurs de raccordement, qu'ils soient utilisés avec des bornes ou des cosses, doivent être efficacement isolés et fixés aux enroulements de façon à ne pas se desserrer ni être endommagés du fait des vibrations.

Les tensions primaire et secondaire, la fréquence et la puissance nominale de sortie du transformateur doivent correspondre au redresseur auquel il est associé. Le transformateur doit pouvoir fonctionner en service continu sous la tension primaire nominale à la fréquence nominale en fournissant la puissance nominale, sans dépasser les échauffements du tableau I, basés sur les températures ambiantes spécifiées à l'article 17 08 et fonctionner normalement dans l'armoire du redresseur.

La régulation de tension du transformateur doit être celle nécessaire pour obtenir les caractéristiques prescrites du redresseur avec lequel le transformateur est utilisé.

Les transformateurs doivent subir un essai diélectrique.

La tension d'essai diélectrique doit être celle spécifiée à l'article 16 12 pour les transformateurs de puissance et d'éclairage.

17 13 Essais

Les essais doivent être effectués par le constructeur.

Ils doivent permettre de s'assurer que les éléments ou groupes redresseurs à semiconducteurs sont conformes aux présentes recommandations.

Lorsqu'un groupe redresseur est identique à un autre déjà essayé, il suffit de procéder aux essais de contrôle qui peuvent être nécessaires pour vérifier que le groupe redresseur fonctionne correctement.

17 14 Plaque signalétique

La plaque signalétique des redresseurs semiconducteurs doit donner les renseignements suivants.

- 1) Type (ex : redresseurs au sélénium)
- 2) Nom et adresse du constructeur et désignation du type
- 3) Numéro de série du constructeur
- 4) Tension alternative nominale
- 5) Courant alternatif nominal
- 6) Nombre de phases
- 7) Fréquence
- 8) Tension continue nominale
- 9) Courant continu nominal
- 10) Service type (continu ou intermittent)
- 11) Température ambiante maximale

Note — Lorsque les indications ci-dessus ne peuvent figurer sur les redresseurs par suite du manque de place, on doit utiliser une plaque signalétique de dimensions suffisantes pour identifier le nom du constructeur et le numéro de catalogue du matériel.

17.12 Rectifier transformer for power purpose

Rectifier transformers should be double wound (two separate windings) and preferably of the dry, air-cooled type. Auto-transformers should not be used for this purpose. Rectifier transformers having a rating of less than 1 kVA for single-phase or 5 kVA for three-phase as used in close combination with rectifiers should meet the following requirements:

Terminal binding posts or connection wires with connection lugs should be provided as required by the rectifier stacks with which the transformer is used. Connection wires, whether used with binding posts or lugs, should be adequately insulated and secured to the windings in such a manner that they will not become loosened or damaged by vibration.

Transformers should have primary and secondary voltages, frequency and rated capacity as required by the rectifier equipment d.c. output. The transformer should be capable of operating continuously at rated primary voltage and frequency with rated capacity without exceeding the temperature rises in Table I based on ambient temperatures as in Clause 17.08 and operating normally within the rectifier cubicle.

The voltage regulation of the transformer should be that required to obtain the necessary characteristics of the rectifier equipment with which the transformer is used.

The transformers should be given a test for dielectric strength.

The test voltage for dielectric strength should be the same as specified in Clause 16.12, Transformers for power and lighting.

17.13 Tests

Tests should be made by the manufacturer.

Tests should be made to ensure that semiconductor rectifier stacks or equipments are in accordance with these Recommendations.

When a rectifier equipment is a duplicate of one already tested, only such check need be made as may be necessary to demonstrate that the rectifier equipment operates successfully.

17.14 Rating plate

The rating plate of semiconductor rectifiers should give information according to the following:

- 1) Type (e.g. selenium)
- 2) Manufacturer's name and address and type designation
- 3) Manufacturer's serial number
- 4) Rated a.c. voltage
- 5) Rated a.c. current
- 6) Number of phases
- 7) Frequency
- 8) Rated d.c. voltage
- 9) Rated d.c. current
- 10) Duty (continuous or intermittent)
- 11) Maximum ambient temperature

Note — When the above items cannot be shown on a rectifier equipment because of space limitations, at least a nameplate large enough to identify the manufacturer's name and catalogue number of the equipment should be used.

CHAPITRE XVIII — GÉNÉRATRICES (AVEC MOTEURS PRIMAIRES ASSOCIÉS) ET MOTEURS

18 01 Domaine d'application

Le présent chapitre s'applique à toutes les génératrices (avec les moteurs primaires associés) et tous les moteurs installés à bord des navires, de puissance nominale égale ou supérieure à 750 W

Pour les bobines égalisatrices, inductances saturables et transducteurs, voir chapitre XVI

Pour les machines de propulsion électrique, voir aussi chapitre XIX

Pour les enveloppes, voir chapitre II (Première partie) Il est entendu que les essais recommandés dans ce chapitre sont effectués sur un prototype plutôt que sur des appareils individuels, par exemple si une machine d'un type donné a été essayée et approuvée, les machines de conception semblable peuvent être approuvées après examen des plans

MOTEURS PRIMAIRES

18 02 Généralités

Les machines entraînant les génératrices destinées à alimenter des services essentiels doivent être conformes aux articles 18 03 à 18 10 ci-après et être spécifiées pour le service continu

La puissance nominale et la capacité de surcharge des moteurs primaires doivent correspondre à la puissance nominale et à la capacité de surcharge active (kW) spécifiée de génératrices entraînées

18 03 Navires d'emploi général

Pour les navires de haute mer et les navires naviguant dans les eaux tropicales, c'est-à-dire entre les latitudes 35° N et 20° S, les moteurs primaires doivent être spécifiés pour les conditions suivantes, sauf spécification contraire

- a) Température de l'air de 50 °C avec 70 % d'humidité relative
- b) Température de l'eau de refroidissement de 30 °C à l'entrée

18 04 Navires et engins assurant un service limité à l'extérieur de la zone tropicale

Pour les navires tels que les caboteurs, bacs, bâtiments de port, assurant uniquement un service limité à l'extérieur de la zone tropicale définie à l'article 18 03 ci-dessus, dans l'hémisphère N ou S, les moteurs primaires doivent être spécifiés pour les conditions suivantes sauf spécification contraire :

- a) Température de l'air de 40 °C avec 40 % d'humidité relative
- b) Température de l'eau de refroidissement de 25 °C à l'entrée

18 05 Caractéristiques relatives à la régulation de la vitesse

a) Généralités

Les régulateurs de vitesse des moteurs primaires doivent être tels qu'en cas d'application ou de suppression brusque de la pleine charge, ils maintiennent automatiquement la vitesse, l'écart

CHAPTER XVIII — GENERATORS (WITH ASSOCIATED PRIME-MOVERS) AND MOTORS

18 01 Scope

This chapter applies to all generators (with the associated prime-movers) and motors installed on shipboard rated at 750 W or more

For static balancers, saturable reactors and transducers, see Chapter XVI

For electric propelling machines, see also Chapter XIX

For enclosures, see Chapter II (Part I) It is understood that the tests recommended in that chapter are to be carried out on a typical design rather than individual pieces of equipment, e.g. if a typical machine has been tested and approved, machines of similar design could be approved after inspection of drawings

PRIME-MOVERS

18 02 General

Engines for driving electric generators intended for supplying essential services should comply with the following Clauses 18 03-18 10, and should be rated for continuous running

The nominal rating and the overload capacity of prime-movers should correspond with the nominal rating and the specified overload active (kW) capacity of the driven generators

18 03 Ships for unrestricted service

In ocean-going ships and ships operating in tropical waters, e.g. between latitude 35° N and 20° S, engines should be rated for the following conditions unless otherwise specified

- a) An air temperature of 30 °C, combined with 70 % relative humidity
- b) A primary cooling-water supply at 30 °C

18 04 Restricted-service craft outside tropics

In ships such as coasters, ferries and harbour craft, intended solely for restricted service in northern and southern waters outside the tropical belt defined in Clause 18 03 above, the engines should be rated for the following conditions unless otherwise specified

- a) An air temperature of 40 °C, combined with 40 % relative humidity
- b) A primary cooling water supply at 25 °C

18 05 Governing characteristics

a) General

Governors on prime-movers should be such that they will automatically maintain the speed within a momentary variation of 10 % and a permanent variation not exceeding 5 % when rated

momentané ne dépassant pas 10% et l'écart permanent 5%. Chaque turbine doit être munie d'un déclancheur de survitesse fonctionnant pour une survitesse ne dépassant pas 15% de la vitesse nominale et disposé pour pouvoir être actionné à la main.

b) Groupes générateurs à courant alternatif

Pour les groupes générateurs à courant alternatif fonctionnant en parallèle, les caractéristiques de régulation des moteurs primaires doivent être telles qu'entre 20 et 100% de la charge totale, la charge sur l'un quelconque des groupes ne diffère pas normalement de la charge théorique (proportionnellement à la puissance) d'une quantité supérieure à 15% de la puissance nominale de la machine la plus puissante ou à 25% de la puissance nominale de la machine considérée. Les moyens de réglage du régulateur de la fréquence normale doivent être suffisamment précis pour permettre d'ajuster toute la charge à 5% près au plus de la valeur de la puissance normale (voir également note de l'article 18 39).

c) Groupes générateurs à courant continu

Voir article 18 22

18 06 Turbo-dynamos fonctionnant en parallèle

Lorsqu'une turbo-dynamo est destinée à fonctionner en parallèle avec d'autres génératrices, un contact auxiliaire doit être installé sur le dispositif de sûreté de chaque turbine de façon à ouvrir le disjoncteur de la dynamo lorsque le dispositif de sûreté fonctionne.

Les contacts de l'interrupteur de survitesse doivent être normalement fermés.

18 07 Graissage (Moteurs primaires)

a) Le graissage des moteurs primaires doit être assuré de façon efficace et continue pour toutes les vitesses de marche et pour toutes les températures atteintes par l'huile en fonctionnement sans déversement d'huile pour les inclinaisons du navire par rapport à la normale spécifiée au chapitre II (Première partie).

b) Les groupes générateurs entraînés par turbine et dont le fonctionnement est tributaire d'un graissage forcé doivent être aménagés de façon à stopper automatiquement en cas d'avarie du système de graissage.

18 08 Vitesse de fonctionnement

La vitesse normale de fonctionnement d'un groupe générateur ne doit pas être voisine d'une vitesse critique.

18 09 Irrégularité cyclique

L'irrégularité cyclique maximale admissible d'une machine alternative au cours de tout un cycle de la machine doit être conforme aux conditions suivantes.

a) Pour une machine à un ou deux cylindres, l'irrégularité cyclique doit être inférieure à 1/75 à moins qu'une limite plus stricte ne soit spécifiée.

b) Pour une machine à plus de deux cylindres, l'irrégularité cyclique doit être inférieure aux valeurs du tableau III.

load is suddenly thrown on or off. Every turbine should be fitted with an emergency overspeed device which will operate at a speed not more than 15% above rated speed and has provision for tripping by hand.

b) A C generating sets

For a.c. generating sets operating in parallel, the governing characteristics of the prime-movers should be such that within the limits of 20% and 100% total load, the load on any generating set does not normally differ from its proportionate share of the total load by more than 15% of the rated output of the largest machine or 25% of the rating of the individual machine in question. The facilities for adjusting the governor at normal frequency should be sufficiently fine to permit a minimum adjustment of load on the engine not exceeding 5% of rated load (see also Note to Clause 18.39).

c) D C generating sets

See Clause 18.22

18.06 Turbine-driven d.c. generating sets in parallel

Where a turbine-driven direct-current generator is arranged to run in parallel with other generators, a switch should be fitted on each turbine emergency governor for the purpose of opening the generator circuit-breaker when the emergency governor functions.

The contacts of the overspeed switch should be normally closed.

18.07 Lubrication (prime-movers)

a) Prime-movers should be efficiently and continuously lubricated at all running speeds and at all working oil temperature without the spilling of oil with the ship at the inclinations from normal specified in Chapter II (Part I).

b) Turbine-driven generating sets dependent on forced lubrication should be arranged to shut down automatically on failure of lubrication.

18.08 Running speed

The normal speed of a combined generating set should not be in the vicinity of a critical speed.

18.09 Cyclic irregularity

The maximum permissible cycle irregularity in a reciprocating engine throughout one engine cycle should conform to the following:

a) For an engine having one or two cylinders, the cyclic irregularity should not be worse than 1/75 unless a closer limit is specified.

b) For an engine having more than two cylinders, the cyclic irregularity should not be worse than the values given in the following Table III.

TABLEAU III
Limites de l'irrégularité cyclique

Nombre de courses motrices par seconde	Irrégularité cyclique inférieure à
Moins de 10	1/150 <i>Nombre de courses par seconde</i>
10 à 20	1/500
Plus de 20	1/75

Note — L'irrégularité cyclique est définie par le rapport entre la variation maximale de la vitesse angulaire du volant au cours d'un cycle moteur et la vitesse angulaire moyenne lorsque la machine fonctionne à une charge quelconque inférieure ou égale à la charge nominale et à la vitesse nominale. Elle s'exprime pratiquement sous la forme suivante :

$$\frac{\text{Vitesse max} - \text{Vitesse min}}{\text{Vitesse moyenne}}$$

18 10 Moment d'inertie des groupes générateurs à courant alternatif couplés en parallèle

Pour les groupes générateurs à courant alternatif fonctionnant en parallèle, le moment d'inertie de l'ensemble du volant et de l'alternateur doit être tel que l'écart angulaire dans un sens ou dans l'autre sur la position correspondant à une vitesse de rotation uniforme ne dépasse à aucun moment 3,5 degrés électriques, sans préjuger de la conformité à la limite de l'irrégularité cyclique indiquée à l'article 18 09.

Le constructeur du moteur primaire doit informer le fournisseur de l'alternateur de l'inertie totale qu'il estime devoir être prévue de façon à assurer que l'écart angulaire maximal calculé de 3,5 degrés électriques ne soit pas dépassé. Il doit aussi préciser les fréquences des forces perturbatrices du fonctionnement du moteur dont l'amplitude est importante et le fournisseur de l'alternateur doit alors spécifier au constructeur du moteur l'inertie supplémentaire éventuelle nécessaire pour éviter les effets de résonance dus aux vibrations de l'alternateur.

Le constructeur de l'alternateur doit donner tous les renseignements nécessaires au constructeur du moteur primaire qui a la responsabilité de vérifier les vitesses critiques pour l'ensemble du groupe et de calculer la résistance à la torsion de la ligne d'arbres complète. Le constructeur du moteur primaire doit spécifier les modifications éventuelles raisonnablement nécessaires à apporter à l'arbre de l'alternateur pour éviter des contraintes excessives, ces modifications étant à la charge du constructeur de l'alternateur.

- Notes* 1 — L'écart angulaire spécifié est celui que l'on calcule en admettant que le couple de l'alternateur, c'est-à-dire celui qui s'oppose au mouvement du moteur primaire, reste uniforme pendant toute la durée du cycle du moteur.
- 2 — L'écart angulaire spécifié s'applique aux alternateurs à régulation ordinaire. Les alternateurs prévus pour une régulation spéciale peuvent nécessiter une uniformité de rotation plus stricte.
- 3 — Le fait d'éviter les effets de résonance signifie que la fréquence de vibration de l'alternateur avec son volant et relié au système électrique avec lequel il doit fonctionner en parallèle, ne doit pas se rapprocher de la fréquence des forces perturbatrices d'amplitude notable provenant du moteur.

GÉNÉRATRICES ET MOTEURS

18 11 Types de service

Les génératrices destinées au service du navire, y compris leurs excitatrices, doivent pouvoir assurer un service continu à leur puissance nominale de pleine charge, pendant une durée illimitée, sans que les limites d'échauffement indiquées à l'article 18 12 soient dépassées.

Les autres génératrices et moteurs doivent être établis pour le service spécifié et, lors de l'essai dans les conditions de charge nominale, ne doivent pas dépasser les échauffements fixés à l'article 18 12.

TABLE III
Limits of cyclic irregularity

Number of engine impulses per second	Cyclic irregularity to be not worse than
Less than 10	1/150
10 to 20	<i>Number of impulses per second</i> 1 500
More than 20	1/75

Note — Cyclic irregularity is defined as the ratio of the maximum variation in angular velocity at the fly wheel during one engine cycle to the mean angular velocity when the engine is running at any load up to and including rated load and at rated speed. This is conveniently expressed as follows :

$$\frac{\text{Max speed} - \text{Min speed}}{\text{Mean speed}}$$

18 10 Flywheel effect for a c generating sets in parallel

For a c generators operating in parallel, the combined flywheel effect of the flywheel and alternator should be such that the angular deviation in either direction from the position of uniform rotation should not at any time exceed 3 5 electrical degrees, in addition to complying with the limit of cyclic irregularity given in Clause 18 09

The engine maker should inform the supplier of the alternator regarding the total flywheel effect he intends shall be provided to ensure that the maximum calculated angular deviation of 3 5 electrical degrees is not exceeded. He should also state the frequencies of such engine disturbing forces as are of significant magnitude and the supplier of the alternator should then specify to the engine maker what additional flywheel effect (if any) is necessary for the avoidance of the effects of resonance due to alternator-swing

The generator manufacturer should provide all necessary information to the engine manufacturer who will be responsible for checking the whole system for critical speeds and for calculating the torsional rigidity and torsional strength of the complete shaft system. The engine manufacturer should state what reasonable changes, if any, in the generator shafting are necessary to avoid the occurrence of excessive stresses and such changes should be undertaken by the generator manufacturer.

- Notes*
- 1 — The angular deviation specified is that calculated, on the assumption that the torque of the alternator, i.e. the torque opposing the motion of the engine, is uniform throughout the engine cycle
 - 2 — The angular deviation specified applies to alternators on ordinary regulation. Alternators designed for special regulation may require still closer uniformity of rotation
 - 3 — Avoidance of the effects of resonance means that the natural frequency of oscillation of the alternator with its flywheel, when connected to the electrical system with it is to work in parallel, should not approach the frequency of any engine impulses of significant magnitude

GENERATORS AND MOTORS

18 11 Types of rating

Ship's service generators including their exciters should be suitable for continuous duty at their rated load for an unlimited period, without the limits of temperature rise given in Clause 18 12 being exceeded

Other generators and motors should be rated in accordance with the specified duty and, when tested under rated load conditions, the temperature rise should not exceed the value set out in Clause 18 12

18 12 Tableau des échauffements

Le tableau IV ci-après donne les limites des échauffements admissibles au-dessus de la température de l'air de refroidissement pour les machines ventilées ou fermées destinées à fonctionner avec un air de refroidissement ne dépassant pas 50 °C, ainsi que les limites de température admissibles au-dessus de la température de l'eau de refroidissement à l'entrée pour les machines refroidies par l'eau destinées à fonctionner avec une eau de refroidissement dont la température d'entrée ne dépasse pas 30 °C

Si la température du fluide de refroidissement est inférieure aux valeurs indiquées ci-dessus, les limites des échauffements admissibles données dans le tableau peuvent être majorées d'une valeur égale à la diminution de la température du fluide de refroidissement jusqu'à 10 °C au maximum

Si la température du fluide de refroidissement dépasse les valeurs indiquées, les échauffements admissibles doivent être réduits d'une valeur égale à l'excès de température du fluide de refroidissement

Les matériaux isolants des classes A, E et B sont ceux classés comme tels dans la Publication 85 de la C E I Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service

Les diverses méthodes de mesure de la température et la mesure de la température de l'air de refroidissement sont décrites dans la Publication 34 de la C E I Recommandations pour les machines électriques tournantes, Première partie

La méthode de mesure par variation de résistance des enroulements s'applique en général pour tous les enroulements d'excitation de machines n'utilisant pas d'indicateurs internes de température C'est la méthode préférentielle

Il n'est pas prévu de prescrire des mesures faisant appel à la fois à la méthode par thermomètre et à la méthode par variation de résistance, et les valeurs d'échauffement données dans le tableau IV pour chacune de ces deux méthodes ne doivent pas être utilisées à des fins de contrôle mutuel Si l'acheteur désire une mesure au thermomètre s'ajoutant à la détermination par la méthode de variation de résistance, l'échauffement lu au thermomètre doit faire l'objet d'un accord spécial

Les machines à courant alternatif de puissance égale ou supérieure à 5 000 kVA ou dont la longueur axiale du noyau est égale ou supérieure à 1 m doivent être munies d'indicateurs internes de température dans le stator

18 12 Table for temperature rise

The following Table IV gives the limits of permissible temperature rise above the cooling-air temperature for ventilated or totally enclosed machines intended to operate with cooling air not exceeding 50 °C, also the limits of permissible temperature above the inlet cooling-water temperature for water-cooled machines intended to operate with cooling water having an inlet temperature not exceeding 30 °C

If the temperature of the cooling medium is less than the values stated above, the limits of permissible temperature rise shown in the table may be increased by an amount equal to the amount of the reduction in the cooling-medium temperature up to not more than 10 °C

If the temperature of the cooling medium exceeds the values stated, the permissible temperature rise should be reduced by an amount equal to the excess temperature of the cooling medium

The insulating materials in Classes A, E and B are as classified in I E C Publication 85, Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service

The various methods of measuring temperature and the measurement of the cooling air are described in I E C Publication 34, Recommendations for Rotating Electrical Machinery, Part I

The method by increase of resistance of windings is generally applicable to all field windings and to stator windings of machines not employing embedded temperature detectors. It is the preferred method

It is not intended that measurements by both the thermometer method and the resistance method shall be required, and the figures of temperature rise given in Table IV for the thermometer method and the resistance method are not to be used as a check against one another. If the purchaser wishes to have a thermometer reading taken in addition to the values determined by the resistance method, the temperature rise determined by thermometer shall be the subject of special agreement

A C machines of 5 000 kVA and above or having an axial core length of 1 m or more, should have embedded temperature detectors in the stator

TABLEAU IV

Point N°	Partie de la machine	Méthode de mesure de la température	Echauffements °C					
			Machines ventilées			Machines refroidies à l'eau		
			Classe d'isolement			Classe d'isolement		
			A	E	B	A	E	B
1	a) Enroulements à courant alternatif de turbo-alternateurs de 5 000 kVA ou plus de puissance b) Enroulements à courant alternatif de machines à pôles saillants ou à induction d'une puissance de 5 000 kVA ou plus ou ayant une longueur axiale de noyau de 1 m ou plus	I ou R	50	60	70	70	80	90
2	a) Enroulements à courant alternatif de machines plus petites que celles du point 1 b) Enroulements d'excitation à courant continu de machines à courant alternatif et continu autres que celles des points 3 et 4 c) Enroulements d'induits reliés à des collecteurs	R ou T	50	65	70	70	85	90
			40	55	60	60	75	80
3	Enroulements d'excitation à courant continu des turbo-machines	R	—	—	80	—	—	100
4	a) Enroulements d'excitation de faible résistance à plus d'une couche et enroulements compensateurs b) Enroulements à une couche avec surfaces accessibles nues	R ou T	50	65	70	70	85	90
			55	70	80	75	90	100
5	Enroulements isolés fermés sur eux-mêmes en permanence	T	50	65	70	70	85	90
6	Enroulements non isolés fermés sur eux-mêmes en permanence	T	Les échauffements de ces parties ne doivent atteindre en aucun cas une valeur telle qu'il y ait un risque de détérioration pour toute matière avoisinante isolante ou non					
7	Noyaux magnétiques et autres parties non en contact avec des enroulements							
8	Noyaux magnétiques et autres parties en contact avec des enroulements	T	50	65	70	70	85	90
9	Collecteurs et bagues	T	50	60	70	70	80	90

Notes 1 — T = Méthode par thermomètre
R = Méthode par variation de résistance
I = Indicateur interne de température } Voir Publication 34 de la C E I

2 — Lorsque les collecteurs, bagues ou paliers de machines munies de réfrigérants à eau ne se trouvent pas dans le circuit fermé d'air refroidi par le réfrigérant à eau, mais sont refroidis par l'air ambiant de refroidissement, l'échauffement par rapport à la température de l'air ambiant de refroidissement doit être le même que pour les machines ventilées

3 — Les températures pour les isolations des classes F et H sont à l'étude

TABLE IV

Item No	Part of machine	Method of measurement of temperature	Temperature rise °C					
			Air cooled machines			Water-cooled machines		
			Class			Class		
			A	E	B	A	E	B
1	a) A C windings of turbine type machines having output of 5 000 kVA or more b) A C windings of salient-pole and of induction machines having output of 5 000 kVA or more, or having a core length of 1 m or more	ETD or R	50	60	70	70	80	90
2	a) A C windings of machines smaller than in Item 1 b) Field windings of a c and d c machines having d c excitation other than those in Items 3 and 4 c) Windings of armatures having commutators	R or T	50	65	70	70	85	90
			40	55	60	60	75	80
3	Field windings of turbine-type machines having d c excitation	R	—	—	80	—	—	100
4	a) Low resistance field windings of more than one layer, and compensating windings b) Single-layer windings with exposed bare surfaces	R or T	50	65	70	70	85	90
			55	70	80	75	90	100
5	Permanently short circuited insulated windings	T	50	65	70	70	85	90
6	Permanently short circuited windings, uninsulated	T	The temperature rise of these parts shall in no case reach such a value that there is a risk of injury to any insulating or other material on adjacent parts					
7	Iron cores and other parts not in contact with windings							
8	Iron cores and other parts in contact with windings	T	50	65	70	70	85	90
9	Commutators and slip rings, open or enclosed	T	50	60	70	70	80	90

Notes 1 — T = Thermometer method
R = Resistance method
ETD = Embedded temperature detector } See I E C Publication 34

2 — When the commutators, slip rings or bearings of machines provided with water coolers are not in the enclosed air circuit cooled by the water cooler, but are cooled by the ambient cooling air, the permissible temperature rise above the ambient cooling air should be the same as for ventilated machines

3 — Temperatures for Classes F and H materials are under consideration

18 13 **Equilibrage mécanique**

Les machines doivent être construites de façon qu'à n'importe quelle vitesse de fonctionnement toutes les parties tournantes soient bien équilibrées

18 14 **Pénétration d'eau**

Lorsqu'on utilise le refroidissement par eau, le réfrigérant doit être disposé de façon à éviter toute pénétration d'eau dans la machine, que ce soit par fuite ou par condensation dans l'échangeur de chaleur

18 15 **Courants dans l'arbre**

Des dispositions doivent être prises si nécessaire pour éviter un courant de circulation entre l'arbre et les paliers

18 16 **Graissage**

- a) Les génératrices et les moteurs doivent être graissés de façon efficace et continue à toutes les vitesses de marche et pour toutes les températures de palier en fonctionnement normal, pour les inclinaisons du navire par rapport à la normale spécifiée au chapitre II (Première partie)
- b) Les dispositifs doivent être prévus pour empêcher le lubrifiant de cheminer le long de l'arbre ou d'avoir accès d'une autre façon à l'isolation de la machine ou à l'une quelconque de ses parties sous tension
- c) Tout palier lubrifié à l'huile doit être muni d'un trop-plein approprié qui, tout en permettant un graissage efficace quand la machine est en marche, empêche les paliers de contenir un excès d'huile
- d) Lorsqu'on utilise des bagues de graissage, elles doivent être tenues de façon à ne pouvoir quitter l'arbre
- e) Tout palier lisse à graissage automatique doit être muni d'un couvercle de visite et de dispositifs d'indication visuelle du niveau d'huile ou permettant l'emploi d'un niveau d'huile. Cette prescription ne s'applique pas aux machines de moins de 100 kW ou 100 kVA

Note — Pour les groupes générateurs entraînés par turbine, voir article 18 07

18 17 **Bornes**

Des bornes appropriées, convenablement repérées, doivent être placées en un endroit accessible et permettant le raccordement. Les bornes doivent être efficacement fixées, elles doivent être espacées et/ou protégées de façon à ne pouvoir être accidentellement mises à la masse, mises en court-circuit ou touchées

18 18 **Plaque signalétique**

La plaque signalétique de chaque machine doit porter les indications conformément à ce qui suit, les valeurs de la puissance, de la tension, du courant et de la vitesse étant celles qui se rapportent à la pleine charge nominale

- a) *Cas général*
 - i) Spécification à laquelle la machine est conforme
 - ii) Nom et adresse du constructeur
 - iii) Numéro de fabrication du constructeur

18 13 Mechanical balance

Machines should be so constructed that, when running at any and every working speed all revolving parts are well balanced

18 14 Entry of water

Where water cooling is used, the cooler should be so arranged as to prevent any entry of water into the machine, whether by leakage or condensation in the heat-exchanger

18 15 Shaft currents

Measures should be, if necessary, taken to prevent the circulation of current between the shaft and the bearings

18 16 Lubrication (generators and motors)

- a) Generators and motors should be efficiently and continuously lubricated automatically at all running speeds and all normal working bearing temperatures, with the inclinations from normal specified in Chapter II (Part 1)
- b) Means should be provided to prevent the lubricant from creeping along the shaft or otherwise gaining access to the insulation of the machine or any live part thereof
- c) Every oil-lubricated bearing should be provided with a suitable overflow which, while permitting efficient lubrication when the machine is running, prevents the bearing from containing an excess of oil
- d) Where ring lubrication is employed, the rings should be so constrained that they cannot leave the shaft
- e) Every self-lubricated sleeve bearing should be fitted with an inspection lid and means for visual indication of oil level or use of an oil-gauge. This requirement does not apply to machines under 100 kW or 100 kVA

Note — For turbine-driven generating sets, see Clause 18 07

18 17 Terminals

Suitable terminals, clearly marked, should be provided in an accessible position, convenient for external connections. The terminals should be effectively secured and should be so spaced and/or shielded that they cannot accidentally be earthed, short-circuited, or touched

18 18 Rating plate

The rating plate of every machine should give information according to the following, the values of output, voltage, current and speed being those corresponding to rated full load

a) General

- i) The specification to which the machine conforms
- ii) Manufacturer's name and address
- iii) Manufacturer's serial number

- iv) Type de service ou indications nécessaires si la machine est prévue pour plusieurs services nominaux
- v) Classe d'isolant *
- vi) Indications complémentaires figurant en b), c), d), e), f) ou g) ci-dessous suivant le cas

Génératrice à courant continu

- vii) Mention « génératrice »
- viii) Mention « courant continu » et mode d'excitation (shunt, série, compound ou séparée)
- ix) Puissance nominale en kW
 - x) Tension en V aux bornes pour la puissance nominale
- xi) Courant en A
- xii) Vitesse en tr/min
- xiii) Tension et courant d'excitation, dans le cas où l'excitation est séparée

c) *Moteur à courant continu*

- vii) Mention « moteur »
- viii) Mention « courant continu » et mode d'excitation (shunt, série, compound ou séparée)
- ix) Puissance nominale en kW
 - x) Tension en V aux bornes
- xi) Courant approximatif en A
- xii) Vitesse ou vitesses en tr/min pour la puissance nominale
- xiii) Tension et courant d'excitation en cas d'excitation séparée

d) *Alternateur*

- vii) Mention « alternateur »
- viii) Fréquence en Hz
- ix) Nombre de phases et mode de couplage
- x) Puissance nominale en kVA
- xi) Tension en V aux bornes pour la puissance nominale
- xii) Courant en A
- xiii) Facteur de puissance
- xiv) Vitesse en tr/min
- xv) Tension d'excitation
- xvi) Courant d'excitation en A pour la puissance nominale

e) *Moteur synchrone*

- vii) Mention « moteur synchrone »
- viii) Fréquence en Hz
- ix) Nombre de phases
- x) Puissance nominale en kW
- xi) Tension en V aux bornes
- xii) Courant approximatif en A

* L'absence d'indication de classe d'isolant implique que l'isolant est de la classe A

- iv) The class of rating or the necessary information if the machine is intended to operate under more than one class of rating
 - v) Class of insulation *
 - vi) Additional information detailed in b), c), d), e), f) or g) below as appropriate
- b) *D C generator*
- vii) Generator
 - viii) Direct-current (d c) and whether shunt, series, compound or separately excited
 - ix) Rated output in kW
 - x) Voltage V between terminals at rated output
 - xi) Current, in A
 - xii) Speed, in rev/min
 - xiii) Excitation voltage and current, if excited from a separate source
- c) *D C motor*
- vii) Motor
 - viii) Direct-current (d c) and whether shunt, series, compound or separately excited
 - ix) Rated output in kW
 - x) Voltage V between terminals
 - xi) Current, approximate in A
 - xii) Speed or speeds, in rev/min, at rated output
 - xiii) Excitation voltage and current, if excited from a separate source
- d) *A C generator*
- vii) Alternator
 - viii) Frequency, in Hz (c/s)
 - ix) Number of phases and method of connection
 - x) Rated output in kVA
 - xi) Voltage V between terminals at rated output
 - xii) Current, in A
 - xiii) Power factor
 - xiv) Speed, in rev/min
 - xv) Excitation voltage
 - xvi) Exciting current, in A at rated output
- e) *Synchronous motor*
- vii) Synchronous motor
 - viii) Frequency, in Hz (c/s)
 - ix) Number of phases
 - x) Rated output in kW
 - xi) Voltage V between terminals
 - xii) Current, approximate in A

* The absence of an indication of the class of insulation implies that the insulation is Class A

- xiii) Vitesse en tr/min
 - xiv) Tension d'excitation
 - xv) Courant d'excitation en A pour la puissance nominale
 - xvi) Facteur de puissance pour la puissance nominale, qu'il soit ou non égal à l'unité
 - xvii) Pour un moteur synchrone prévu pour démarrer en asynchrone, il y a lieu d'indiquer la tension maximale entre bagues au démarrage
- f) *Moteur à induction*
- vii) Mention « moteur »
 - viii) Fréquence en Hz
 - ix) Nombre de phases
 - x) Puissance nominale en kW
 - xi) Tension en V aux bornes
 - xii) Courant approximatif en A
 - xiii) Vitesse en tr/min pour la puissance nominale
 - xiv) Pour les moteurs à bagues, tension V entre bagues à circuit ouvert et courant dans le rotor en A
- g) *Moteur à collecteur*
- vii) Mention « moteur à collecteur »
 - viii) Fréquence en Hz
 - ix) Nombre de phases
 - x) Puissance nominale en kW
 - xi) Tension en V aux bornes
 - xii) Courant approximatif en A
 - xiii) Gamme de vitesse en tr/min pour les puissances nominales

GÉNÉRATRICES À COURANT CONTINU POUR LE SERVICE DU NAVIRE

18 19 Nombre et puissance des génératrices à courant continu pour le service du navire

Lorsqu'on fixe le nombre et la puissance des groupes générateurs à installer, on doit tenir soigneusement compte des besoins normaux et maximaux, ainsi que de la sécurité et de l'efficacité de l'exploitation du navire tant à la mer qu'au port. Le nombre et les caractéristiques nominales des groupes générateurs et des groupes convertisseurs doivent être suffisants pour assurer le fonctionnement des services auxiliaires indispensables à la propulsion et à la sécurité du navire, même si un seul groupe générateur ou convertisseur est hors d'état de fonctionner. La puissance normale totale des groupes doit être au moins égale à la charge maximale de pointe supportée à la mer, à moins que la charge de pointe et sa durée ne restent dans les limites spécifiées pour la capacité de surcharge des groupes.

18 20 Régulation automatique de tension des génératrices à courant continu

Des régulateurs automatiques de tension doivent être prévus pour les génératrices du type à excitation shunt. Des régulateurs automatiques de tension doivent être également prévus pour toutes les génératrices entraînées par des machines à vitesse variable utilisées pour la propulsion, que ces génératrices soient à excitation shunt, shunt stabilisé compensé ou à excitation compensée.

18 21 Génératrice à 3 fils

Sauf spécification contraire, toutes les génératrices à courant continu à 3 fils doivent être construites pour un déséquilibre de courant de 25 %.

- xiii) Speed, in rev/min
- xiv) Excitation voltage
- xv) Exciting current, in A at rated output
- xvi) Power factor at rated load, whether unity or otherwise
- xvii) For a synchronous motor intended to be started as an induction motor, the maximum voltage which can exist between the slip-rings at starting should be stated

f) *Induction motor*

- vii) Motor
- viii) Frequency, in Hz (c/s)
- ix) Number of phases
- x) Rated output in kW
- xi) Voltage V between terminals
- xii) Current, approximate in A
- xiii) Speed, in rev/min, at rated output
- xiv) For slip-ring motors the voltage on open circuit between slip-rings and rotor current in A

g) *A C commutator motor*

- vii) A C commutator motor
- viii) Frequency in Hz (c/s)
- ix) Number of phases
- x) Rated output in kW
- xi) Voltage V between terminals
- xii) Current, approximate in A
- xiii) Speed range, in rev/min, at rated outputs

SHIP'S SERVICE D C GENERATORS

18 19 **Number and size of ship's service d c generators**

When the number and ratings of generating sets to be provided is determined, careful consideration should be given to the normal and maximum demands as well as the safe and efficient operation of the ship when at sea and in port. The number and ratings of generating sets and converting sets should be sufficient to ensure the operation of the auxiliary services indispensable for the propulsion and safety of the ship, even when one generating set or converting set is out of service. The combined normal capacity of the sets should be at least equal to the maximum peak load sustained at sea, unless the peak load and its duration fall within the limits of the specified overload capacity of the set.

18 20 **Automatic voltage regulation for d c generators**

Automatic voltage regulators should be provided for service generators which are of the shunt type. Automatic voltage regulators should also be provided for all service generators driven by variable speed engines used for propulsion purposes whether these generators are of the shunt, stabilized shunt or compound-wound type.

18 21 **Three-wire generators**

Unless otherwise specified, all 3-wire direct-current generators should be designed for a current unbalance of 25%.

18 22 Caractéristiques de tension des génératrices à courant continu

La caractéristique de tension des génératrices à courant continu pour le service du navire doit satisfaire aux conditions suivantes, compte tenu de la régulation de vitesse des moteurs primaires

- a) Les génératrices à excitation shunt ou à excitation shunt stabilisée d'une puissance nominale de 50 kW et au-dessus doivent satisfaire aux essais suivants
 - i) Lorsque la tension a été réglée à pleine charge à sa valeur nominale, la suppression de la charge ne doit pas entraîner une augmentation permanente de la tension supérieure à 15 % de la tension nominale
 - ii) Lorsque la tension a été réglée, soit à pleine charge, soit à vide, la tension obtenue pour une valeur quelconque de la charge ne doit pas dépasser la tension à vide
- b) Les génératrices à excitation composée de puissance égale ou supérieure à 50 kW doivent être telles que, compte tenu des caractéristiques de régulation des moteurs primaires, partant de la température de fonctionnement à pleine charge et chargée initialement à 20 % sous une tension ne différant pas de la tension nominale de plus de 1 %, la génératrice donne à pleine charge une tension ne différant pas de la tension nominale de plus de 1,5 %

La moyenne des caractéristiques ascendante et descendante de tension entre 20 % de la charge et la pleine charge ne doit pas s'écarter de plus de 3 % de la tension nominale

- c) Les génératrices donnant des valeurs inférieures aux limites indiquées en a) et b) ci-dessus doivent faire l'objet d'une étude spéciale

Cette prescription ne s'applique pas, sauf spécification contraire, aux machines de propulsion

18 23 Réglage de l'excitation des génératrices à courant continu

On doit prévoir sur le tableau de distribution des dispositifs permettant de régler séparément la tension de chaque génératrice. Ces appareils doivent permettre de régler la tension de la génératrice à courant continu à moins de 0,5 % près de la tension nominale pour les machines de puissance supérieure à 100 kW et à 1 % près pour les machines de puissance inférieure à toutes les charges entre le fonctionnement à vide et la pleine charge, la génératrice étant accouplée avec le moteur primaire, et pour toute température admissible dans le domaine de fonctionnement. Le dispositif de réglage doit permettre de réduire la tension à vide à une valeur inférieure à la tension nominale de 10 % de sa valeur, la génératrice étant froide

Cette prescription ne s'applique pas, sauf spécification contraire, aux machines de propulsion

18 24 Stabilité des génératrices à courant continu

Les génératrices prévues pour fonctionner en parallèle doivent avoir un fonctionnement stable à toutes les charges entre le fonctionnement à vide et la pleine charge

18 25 Fonctionnement en parallèle des génératrices à courant continu

Les génératrices à courant continu et leurs connexions doivent être telles qu'en fonctionnement en parallèle, la charge individuelle de chaque machine ne diffère pas normalement de la charge théorique (proportionnelle à la puissance nominale) d'une valeur supérieure à 12 % de la puissance nominale de la machine la plus puissante ou à 25 % de la puissance nominale de la machine considérée. Cette prescription s'applique lorsque la charge appliquée à l'ensemble des groupes varie entre 20 et 100 % de l'ensemble des puissances nominales

Dans chaque génératrice d'un groupe prévu pour fonctionner en parallèle, la chute de tension dans l'enroulement série et sa connexion au tableau (laquelle peut comporter une résistance) doit être à peu près la même

Cette prescription ne s'applique pas, sauf spécification contraire, aux machines de propulsion

18 22 Inherent voltage-regulating of d c generators

The inherent voltage-regulation of ship's service generators should be designed in relation to the speed regulation and governing of the prime-movers as follows

- a) Shunt or stabilized shunt-wound generators rated at 50 kW and above, should satisfy the following tests
 - i) When the voltage has been set at full load to its rated value, the removal of the load should not cause a permanent increase of the voltage greater than 15% of the rated voltage
 - ii) When the voltage has been set either at full load or at no-load, the voltage obtained at any value of load should not exceed the no-load voltage
- b) Compound-wound generators rated at 50 kW and above should be so designed in relation to the governing characteristics of the prime-mover, that with the generator at full-load operating temperature and starting at 20% load with voltage within 1% of rated voltage, it should give at full load a voltage within 1.5% of rated voltage

The average of the ascending and descending voltage regulation curves between 20% load and full load should not vary more than 3% from rated voltage

- c) Generators falling below the limits given in a) and b) above should be the subject of special consideration

This requirement does not apply to propulsion machines unless specified

18 23 Field regulation of d c generators

Means should be provided at the switchboard to enable the voltage of each generator to be adjusted separately. The equipment provided should be capable of adjusting the voltage of the d c generator to within 0.5% of the rated voltage for machines above 100 kW and 1% of the rated voltage for smaller machines, at all loads between no-load and full-load, with the d c generator coupled to its prime-mover, at any permissible temperature within the working range. The regulator should be capable of reducing the no-load voltage to 10% below the rated voltage with the generator cold

This requirement does not apply to propulsion machines unless specified

18 24 Stability of d c generators

Generators which are required to run in parallel should be stable in operation at all loads from no-load to full-load

18 25 Parallel running of d c generators

The design of d c generators and their connections should be such that, when they operate in parallel, the individual load on each machine does not normally differ from the theoretical load (proportional to rating) by an amount greater than 12% of the rated full-load of the largest machine or 25% of the rating of the individual machine in question. This requirement applies when the combined load on the sets is varied between 20 and 100% of the combined ratings

For each generator of a group required to run in parallel, the voltage drop across the series field and its connection to the switchboard (which may incorporate a resistor) should be approximately equal

This requirement does not apply to propulsion machines unless specified

18 26 Polarité des enroulements série

L'enroulement série de chaque génératrice à 2 fils doit être relié à la borne négative de chaque machine

18 27 Connexion d'équilibre

La section de la connexion d'équilibre doit être au moins égale à la moitié de celle de la connexion négative reliant la génératrice au tableau

18 28 Surcharge momentanée

Les génératrices doivent pouvoir supporter, au cours d'un essai de 15 s un courant supérieur de 50 % au courant nominal, la tension étant maintenue aussi voisine que possible de sa valeur nominale

Cette prescription ne s'applique pas, sauf spécification contraire, aux machines de propulsion

Cet essai n'est pas un essai individuel, mais un essai de type effectué par le constructeur

Sauf spécification contraire à la commande, ceci n'est pas vérifié au moyen d'un essai de réception. Un essai de type de constructeur est considéré comme suffisant

18 29 Commutation

Les génératrices doivent fonctionner avec les balais calés dans la même position de la marche à vide à la marche en surcharge momentanée spécifiée à l'article 18 28 sans étincelle dangereuse ni détérioration du collecteur ou des balais. Cet essai n'est pas un essai individuel, mais un essai de type de constructeur

18 30 Génératrices à courant continu à usage spécial

Les génératrices à courant continu à usage spécial (par exemple, pour ascenseurs, cabestans, etc.) y compris les excitatrices doivent avoir les caractéristiques spéciales de tension nécessaires au service en cause sans que les recommandations des articles 18 19 à 18 28 soient nécessairement applicables. Les génératrices sont prévues pour le service temporaire ou continu selon les nécessités et, lors de l'essai en service normal, doivent satisfaire aux conditions d'échauffement spécifiées à l'article 18 12. Sur les machines prévues pour le service temporaire, il est souvent nécessaire de prévoir les enroulements d'excitation pour le service continu. Les génératrices doivent satisfaire aux conditions de commutation indiquées à l'article 18 29

18 31 Génératrices et moteurs autres que ceux destinés au service du navire

Les génératrices autres que celles destinées au service du navire et les moteurs à usage spécial doivent satisfaire aux recommandations applicables, y compris l'essai diélectrique, et s'il y a lieu, aux prescriptions relatives à la commutation

MOTEURS A COURANT CONTINU

18 32 Couple de surcharge momentanée

Les moteurs à courant continu doivent pouvoir supporter au cours d'un essai d'une durée de 15 s un couple dépassant de 50 % celui qui correspond à leur puissance nominale, la tension étant maintenue à sa valeur nominale. Cet essai n'est pas un essai individuel, mais un essai de type effectué par le constructeur. Cette prescription ne s'applique pas, sauf spécification contraire, aux machines de propulsion

Sauf spécification contraire à la commande, ceci n'est pas vérifié par un essai de réception. Un essai de type de constructeur est considéré comme suffisant

18 26 **Polarity of series windings**

The series windings of each 2-wire generator should be connected to the negative terminal of each machine

18 27 **Equalizer connections**

Every equalizer connection should have a cross-sectional area not less than half that of the negative connection from the generator to the switchboard

18 28 **Momentary excess current**

Generators should be capable of withstanding on test for 15 s a current 50% in excess of the rated current, the voltage being maintained as near the rated value as possible

This requirement does not apply to propulsion machines unless specified

This is not a routine test but is a manufacturer's type test

Unless otherwise specified in the order, this is not to be verified by an acceptance test. A manufacturer's type test is regarded as sufficient

18 29 **Commutation**

Generators should work with fixed brush-setting, from no load to the momentary excess current specified in Clause 18 28, without injurious sparking or injury to the commutator or brushes. This is not a routine test but is a manufacturer's type test

18 30 **D C generators for special purposes**

D C generators for special purposes (e.g. lifts, capstans, etc.) and including exciters will have such special voltage characteristics as are required for the service concerned and the recommendations of Clauses 18 19-18 28 will not necessarily be applicable. The generators will be short-time or continuously-rated as necessary, and when tested under rated conditions should comply with the temperature rises specified in Clause 18 12. In short-time-rated machines, continuous rating of the field windings will frequently be a requirement. The generators should comply with the relevant commutation requirements in Clause 18 29

18 31 **Generators and motors for purposes other than ship's service**

Generators other than for ship's services and motors for special purposes should satisfy the relevant recommendations, including the high-voltage test, and where applicable, the requirements for commutation

D C MOTORS

18 32 **Momentary excess torque**

A d c motor should be capable of withstanding on test for 15 s a torque 50% in excess of that corresponding to its rating, the voltage being maintained at rated value. This is not a routine test but is a manufacturer's type test. This requirement does not apply to propulsion machines unless specified

Unless otherwise specified in the order, this requirement is not to be verified by an acceptance test. A manufacturer's type test is regarded as sufficient

18 33 Commutation

Les moteurs à courant continu doivent fonctionner avec un calage fixe des balais, de la marche à vide à la surcharge momentanée spécifiée à l'article 18 32 sans étincelle nuisible ni détérioration du collecteur ou des balais. Cet essai n'est pas un essai individuel, mais un essai de type.

Sauf spécification contraire à la commande, ceci n'est pas contrôlé par un essai de réception. Un essai de type de constructeur est considéré comme suffisant.

18 34 Tolérances sur la vitesse

Les tolérances ci-dessous sur la vitesse nominale sont admises pour les moteurs à courant continu fonctionnant à pleine charge et aux températures de régime, sauf spécification contraire.

a) Moteurs shunt

- | | |
|---|-------------|
| i) de 0,75 à 2,5 kW par 1 000 tr/min (sous réserve d'une puissance réelle minimale de 1 kW) | $\pm 10\%$ |
| ii) de 2,5 à 10 kW par 1 000 tr/min | $\pm 7,5\%$ |
| iii) 10 kW ou plus par 1 000 tr/min | $\pm 5\%$ |

b) Moteurs série

- | | |
|---|-------------|
| i) de 0,75 à 2,5 kW par 1 000 tr/min (sous réserve d'une puissance réelle minimale de 1 kW) | $\pm 15\%$ |
| ii) de 2,5 à 10 kW par 1 000 tr/min | $\pm 10\%$ |
| iii) 10 kW ou plus par 1 000 tr/min | $\pm 7,5\%$ |

Note — Au sens du présent article, les moteurs compound à caractéristique shunt sont considérés comme des moteurs shunt, tandis que les moteurs compound à caractéristique série sont considérés comme des moteurs série.

ALTERNATEURS POUR LE SERVICE DU NAVIRE

Note — Sauf spécification contraire, les recommandations ci-dessous ne s'appliquent pas nécessairement aux machines de moins de 50 kVA ou aux machines uniquement à usage spécial tel que l'alimentation des ascenseurs, auxiliaires de ponts, etc. Les machines de moins de 50 kVA et celles à usage spécial doivent faire l'objet d'une étude spéciale.

18 35 Nombre et puissance des groupes générateurs à courant alternatif pour le service du navire

Le nombre et la puissance nominale des groupes générateurs à courant alternatif pour le service du navire doivent être déterminés, dans les mêmes conditions que celles indiquées pour les installations à courant continu à l'article 18 19, en tenant compte toutefois de la puissance de démarrage en kVA et du facteur de puissance au démarrage dus aux moteurs à cage alimentés par le système, en particulier en ce qui concerne la valeur et la durée de la variation transitoire de tension ainsi produite. Lorsque les groupes générateurs fonctionnent en parallèle et fournissent initialement la charge nécessaire à l'exploitation du navire, ils doivent avoir une réserve de puissance suffisante vis-à-vis du moteur au repos le plus puissant du système pour lui permettre de démarrer; en outre, la chute de tension due au courant de démarrage correspondant ne doit pas entraîner le calage d'un moteur déjà en fonction ni avoir un effet défavorable sur tout autre matériel utilisé.

18 36 Surintensité momentanée

Les alternateurs doivent pouvoir supporter au cours d'un essai d'une durée de 2 min un courant dépassant de 50% le courant nominal, pour un facteur de puissance de 0,6 arrière, la tension étant maintenue aussi voisine que possible de sa valeur nominale.

18 33 Commutation

A d c motor should work with fixed brush setting, from no load to the momentary excess torque specified in Clause 18 32, without injurious sparking or injury to the commutator or brushes. This is not a routine test but is a manufacturer's type test.

Unless otherwise specified in the order, this is not to be verified by an acceptance test. A manufacturer's type test is regarded as sufficient.

18 34 Speed tolerances

The following tolerances on rated speed are recognized for d c motors run at full load and at working temperatures unless otherwise specified.

a) Shunt motors

- | | |
|---|-------------|
| i) 0.75-2.5 kW per 1 000 rev/min (not applicable to machines of less than 1 kW actual output) | $\pm 10\%$ |
| ii) 2.5-10 kW per 1 000 rev/min | $\pm 7.5\%$ |
| iii) not less than 10 kW per 1 000 rev/min | $\pm 5\%$ |

b) Series motors

- | | |
|---|-------------|
| i) 0.75-2.5 kW per 1 000 rev/min (not applicable to machines of less than 1 kW actual output) | $\pm 15\%$ |
| ii) 2.5-10 kW per 1 000 rev/min | $\pm 10\%$ |
| iii) not less than 10 kW per 1 000 rev/min | $\pm 7.5\%$ |

Note — For the purpose of this clause, compound motors with shunt characteristics are regarded as shunt motors, whilst compound motors with series characteristics are regarded as series motors.

SHIP'S SERVICE A C GENERATORS

Note — Unless otherwise stated, the following recommendations do not necessarily apply to machines smaller than 50 kVA or machines intended solely for special purposes such as the supply for lifts, deck machinery etc. Machines rated below 50 kVA and those required for special purposes, should be the subject of special consideration.

18 35 Number and size of a c service generating sets

The number and ratings of ship's service a c generators should be as described for d c installations in Clause 18 19, except that in the determination of the size of generators attention should be given to the starting kVA and the starting power-factor drawn by squirrel-cage motors connected to the system, particularly in regard to the effect of the magnitude and duration of the transient voltage change produced. When the generating sets operate in parallel, and are carrying initially the minimum load necessary for the operation of the ship, they should have sufficient reserve output with respect to the largest idle motor on the system to enable the motor to be started, moreover the voltage drop due to such starting current should not cause any motor already operating to stall, or have any adverse effect on other equipment in use.

18 36 Momentary excess current

Generators should be capable of withstanding on test for 2 min a current 50% in excess of the rated current, at lagging power-factor of 0.6, the voltage being maintained as near the rated value as possible.

Cet essai n'est pas un essai individuel, mais un essai de type

Cette prescription ne s'applique pas, sauf spécification contraire, aux machines de propulsion

18 37 Régulateurs de tension en courant alternatif

Chaque alternateur pour le service du navire, à moins qu'il ne soit du type à réglage automatique, doit fonctionner en liaison avec un régulateur de tension automatique séparé. Ce régulateur doit être d'un type capable de résister aux conditions d'utilisation à bord.

Lorsqu'il est prévu que deux ou plusieurs alternateurs doivent fonctionner en parallèle en service continu, on doit assurer la compensation de la chute réactive de façon à répartir de façon appropriée la puissance réactive entre les alternateurs (voir également article 18 39).

Les dispositifs d'excitation d'alternateur destinés à fonctionner en parallèle devront être conçus et réalisés de manière qu'une avarie affectant l'un de ces dispositifs n'entraîne pas de répercussions préjudiciables au fonctionnement normal du reste de l'installation.

18 38 Régulation de tension des alternateurs

A l'étude

a) Régime permanent

La variation de tension de chaque groupe générateur entraîné par un moteur primaire, dont le régulateur de vitesse a les caractéristiques spécifiées par l'article 18 05 et est réglé de façon qu'à la charge nominale la machine fonctionne à la vitesse nominale, doit être telle qu'à toutes les charges de zéro à la charge nominale au facteur de puissance nominal, la tension nominale soit maintenue en régime permanent dans les limites de $\pm 2,5\%$, y compris les effets de la variation de vitesse du moteur primaire, sauf dans le cas des groupes électrogènes de secours utilisés exclusivement à cette fin où les limites peuvent être portées à $\pm 3,5\%$.

b) Régime transitoire

En l'absence de toute spécification particulière, les conditions minimales de variation de tension doivent être satisfaites par l'une des trois conditions suivantes.

- i) Lorsque la puissance de démarrage en kVA du plus puissant moteur ou groupe de moteurs susceptibles d'être démarrés simultanément est égale ou inférieure à 35 % de la puissance nominale de l'installation de production et que le rétablissement rapide de la tension n'est pas nécessaire.

L'alternateur étant entraîné à sa vitesse nominale à vide et donnant sa tension nominale sous l'action du régulateur automatique de tension, s'il existe, la tension ne doit pas tomber au-dessous de 85 % de la tension nominale lorsqu'on établit brusquement un courant égal à 35 % du courant nominal à un facteur de puissance quelconque compris entre zéro et 0,4 arrière, elle ne doit pas dépasser 115 % de la tension nominale lorsqu'on supprime ce courant. Dans les deux cas, la tension doit être rétablie à moins de 3 % de la valeur finale en régime permanent en un temps de 1,5 s au maximum.

- ii) Lorsque la puissance de démarrage en kVA du plus puissant moteur ou groupe de moteurs susceptibles d'être démarrés simultanément est supérieure à 35 % mais ne dépasse pas 60 % de la puissance nominale de l'installation de production.

L'alternateur étant entraîné à sa vitesse nominale à vide et donnant sa tension nominale sous l'action du régulateur automatique de tension, s'il existe, la tension ne doit pas tomber au-dessous de 85 % de la tension nominale lorsqu'on établit brusquement un courant égal à 60 % du courant nominal à un facteur de puissance quelconque compris entre zéro et 0,4 arrière, elle ne doit pas dépasser 115 % de la tension nominale lorsqu'on supprime ce courant. Dans les deux cas, la tension doit être rétablie à moins de 3 % de la valeur finale en régime permanent en un temps de 1 s au maximum.

This is not a routine test but is a manufacturer's type test

This requirement does not apply to propulsion machines unless specified

18 37 A C voltage regulators

Each a c service generator, unless of the self-regulated type, should be operated in conjunction with a separate automatic voltage-regulator. The voltage-regulator should be of a type capable of withstanding ship-board conditions

When it is intended that two or more generators will be operated in parallel continuously, reactive drop compensating means should be provided to divide the reactive power properly between the generators (see also Clause 18 39)

Consideration should be given to excitation devices of a c generators intended to be parallel operated in such a way that failure of one of the devices concerned does not entail undesirable repercussions in the operating of the whole installation

18 38 Voltage regulation of a c generators

Under consideration

a) Steady condition

The voltage regulation of every generating set, when driven by a prime-mover whose governor has the characteristics specified in Clause 18 05 and so adjusted that at rated load the machine will run at rated speed, should be such that at all loads from zero to rated load at rated power-factor the rated voltage is maintained under steady conditions within $\pm 2.5\%$, including the effects of the speed variation of the prime-mover, except that for emergency generating sets used exclusively for emergency power the limits may be increased to $\pm 3.5\%$

b) Transient condition

In the absence of any particular specification—the minimum performance of the voltage regulation should be satisfied by one of the following three conditions

- i) *When the starting kVA of the largest motor or group of motors liable to be started simultaneously is 35% or less of the rating of the generating plant and where rapid voltage recovery is not required*

With the a c generator driven at its rated speed at no load and giving its rated voltage under the control of the automatic voltage regulator, if any, the voltage should not fall below 85% of the rated voltage when a current equal to 35% of the rated current at any power-factor between zero and 0.4 lagging is suddenly drawn and should not exceed 115% of the rated voltage when this current is withdrawn. In both cases the voltage should be restored to within 3% of the final steady voltage in not more than 1.5 s

- ii) *When the starting kVA of the largest motor or group of motors liable to be started simultaneously exceeds 35% but not 60% of the rating of the generator plant*

With the a c generator driven at its rated speed at no-load and giving its rated voltage under the control of the automatic voltage regulator, if any, the voltage should not fall below 85% of the rated voltage when a current equal to 60% of the rated current at any power-factor between zero and 0.4 lagging is drawn, and should not exceed 115% of the rated voltage when this current is withdrawn. In both cases the voltage should be restored to within 3% of the final steady voltage in not more than 1 s

- iii) Lorsque la puissance de démarrage en kVA du plus puissant moteur ou groupe de moteurs susceptibles d'être démarrés simultanément dépasse 60 % de la puissance nominale de l'installation de production ou lorsque le temps de rétablissement ci-dessus n'est pas satisfaisant pour le fonctionnement des dispositifs alimentés par la même installation de production électrogène de secours exclusivement utilisé à cette fin

Il y a lieu de prévoir des spécifications relatives au fonctionnement de l'installation de production

Les chutes ou augmentations de tensions supérieures aux valeurs indiquées ci-dessus peuvent être autorisées si des dispositions sont prises pour les empêcher d'avoir un effet nuisible sur le fonctionnement de l'installation

Bien que les valeurs ci-dessus des variations de tension admissibles soient utilisées pour établir des caractéristiques de construction des alternateurs, elles ne doivent pas nécessairement être interprétées pour établir des paramètres

Sur accord on peut procéder à un essai ou une opération analogue pour démontrer la conformité aux conditions ci-dessus. Un tel essai n'est pas nécessaire si on peut fournir la preuve qu'un essai a été effectué avec succès sur une machine semblable. Lorsqu'on doit effectuer un essai, il est essentiel de tenir compte de cette intention et d'indiquer les éventuelles conditions particulières dans les spécifications

Les prescriptions de cet article ne s'appliquent pas aux machines de propulsion à moins qu'il n'en soit ainsi spécifié

18 39 Fonctionnement en parallèle

Lorsque des alternateurs pour le service du navire fonctionnent en parallèle, la charge réactive de chaque machine ne doit pas différer de la charge totale réactive (proportionnellement à la puissance) de plus de 10 % de la puissance réactive nominale de la plus grande machine

Note — On admet que la vitesse du moteur primaire diminue quand on applique une charge, et augmente quand on supprime la charge; on admet également qu'en régime permanent, la vitesse varie linéairement en fonction de la charge, l'écart par rapport à la valeur théorique étant, à toute charge, inférieure à 1 % de la vitesse à pleine charge

Cette prescription ne s'applique pas, sauf spécification contraire, aux machines de propulsion

18 40 Excitation

Chaque alternateur doit comporter une excitation suffisante pour maintenir la tension nominale à 7,5 % près, lorsque l'alternateur est parcouru par 150 % du courant nominal pour un facteur de puissance 0,6 arrière, pendant 2 min

MOTEURS À COURANT ALTERNATIF

18 41 Couple de surcharge momentané

- a) Les moteurs synchrones polyphasés doivent pouvoir supporter pendant 15 s sans décrochage un couple supérieur de 50 % au couple nominal, la tension et la fréquence du réseau alternatif avec lequel ils sont synchronisés et le courant d'excitation étant maintenus aux valeurs nominales nécessaires pour satisfaire aux conditions spécifiées à la charge nominale. Cet essai n'est pas un essai individuel, mais un essai de type

Sauf spécification contraire à la commande, ceci n'est pas vérifié par un essai de réception. Un essai de type effectué par le constructeur est considéré comme suffisant

- b) Les moteurs à induction polyphasés doivent pouvoir supporter pendant 15 s sans calage ni variation brusque de vitesse (le couple étant augmenté progressivement) le couple maximal spécifié ci-dessous, la tension et la fréquence étant maintenues à leurs valeurs nominales

- iii) *When the starting kVA of the largest motor or group of motors liable to be started simultaneously exceeds 60% of the rating of the generating plant or when the recovery time above is not satisfactory for the operation of devices supplied from the same generating plant or the generating plant is an emergency generating set used exclusively for emergency power*

A specification of the performance of the generating plant should be provided

Voltage drops or rises higher than indicated above may be allowed if arrangements are made for them not to have any harmful effect on the operation of the installation

Although the above value of permissible voltage change should be used to establish generator design characteristics, they should not necessarily be construed to establish system parameters

By agreement, a test or analogue may be carried out to prove compliance with the above conditions. Such a test is not required if evidence can be produced that a test has been carried out satisfactorily on a similar machine. When a test is to be carried out, it is essential that this intention and any special conditions should be included in the specifications

The requirements of this clause do not apply to propulsion machines unless specified

18.39 Parallel operation

When a.c. service generators are operated in parallel, the reactive loads of the individual generating sets should not differ from their proportionate share of the total wattless load by more than 10% of the rated reactive output of the largest machine

Note — It is assumed that the speed of the prime-mover decreases with application of load and increases with its removal, permanent variation being such that the speed does not at any load vary by more than 1% of rated load speed from the straight line joining rated load and no-load speeds

This requirement does not apply to propulsion machines unless specified

18.40 Excitation

Each generator should have an exciter of sufficient capacity to provide excitation when the alternator is carrying 150% rated current at 0.6 lagging power-factor for 2 min and to maintain the voltage within 7.5% of rated voltage

A.C. MOTORS

18.41 Momentary excess torque

- a) A polyphase synchronous motor should be capable of withstanding for 15 s without dropping out of synchronism a torque 50% in excess of the torque corresponding to its rating, the voltage and frequency of the a.c. system with which it is synchronized and the excitation current being maintained at their rated value required to meet the specified conditions at rated load. This is not a routine test but is a manufacturer's type test

Unless otherwise specified in the order, this is not to be verified by an acceptance test. A manufacturer's type test is regarded as sufficient

- b) A polyphase induction motor should be capable of withstanding for 15 s without stalling or abrupt change in speed (under gradual increase of torque), a maximum torque as specified below, the voltage and frequency being maintained at their rated values

Dans le cas des moteurs à induction de type normal (par exemple à rotor bobiné ou à cage d'écurieil ordinaire), le couple maximal doit être supérieur au couple nominal d'au moins 60 %

Dans le cas des moteurs à induction dont le domaine d'application est spécifié à la commande et dans le cas des moteurs à induction de type spécial (par exemple moteurs avec rotor à encoches profondes ou rotor à double cage de Bouchelet) doués de propriétés spéciales au point de vue démarrage, la valeur du couple de surcharge doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur

Sauf spécification contraire à la commande, ceci ne doit pas être contrôlé au moyen d'un essai de réception. Un essai de type effectué par le constructeur est considéré comme suffisant

18 42 Commutation

Les moteurs à collecteur doivent fonctionner dans tout le domaine spécifié de charge et de vitesse sans étincelle nuisible, ni détérioration du collecteur ou des balais. L'essai de commutation doit être effectué immédiatement à la suite de l'essai d'échauffement du moteur

Cet essai n'est pas un essai individuel, mais un essai de type de constructeur

ESSAIS DES GÉNÉRATRICES ET DES MOTEURS

18 43 Essai de fonctionnement

On doit effectuer dans l'usine du constructeur des essais suffisants pour être assuré que la machine est conforme aux présentes recommandations. Dans toute la mesure applicable, les induits de rechange doivent subir les essais applicables à la machine complète

18 44 Essai diélectrique

La tension d'essai doit être appliquée entre chaque enroulement et la carcasse de la machine, l'armature étant reliée à la carcasse et aux enroulements qui ne sont pas essayés

La tension d'essai doit être alternative et d'une forme se rapprochant le plus possible de la forme sinusoïdale

L'essai doit commencer sous une tension ne dépassant pas la moitié de la pleine tension d'essai. On doit ensuite élever la tension jusqu'à sa pleine valeur, de façon continue ou par échelons ne dépassant pas 5 % de la pleine valeur, en un temps total de 10 s au moins. On doit alors maintenir la pleine tension d'essai pendant 1 min à la valeur indiquée au tableau V ci-après

For induction motors of the normal type (e.g. wound-rotor or ordinary squirrel-cage motors) the maximum torque should be at least 60% in excess of that corresponding to the rating.

In the case of induction motors, for which the field of application is specified in the order, and in the case of induction motors of special type (e.g. motors with eddy-current rotors or double-cage rotors of the Boucherot type) with special inherent starting properties, the value of the excess torque should be a matter of agreement manufacturer and purchaser.

Unless otherwise specified in the order, this is not to be verified by an acceptance test. A manufacturer's type test is regarded as sufficient.

18.42 Commutation

A.C. commutators should work, over the specified range of load and speed, without injurious sparking or injury to the commutator or brushes. The commutation test should be applied at the conclusion of the temperature test of the motor.

This is not a routine test but is a manufacturer's type test.

TESTS FOR GENERATORS AND MOTORS

18.43 Performance test

Sufficient tests should be made at the manufacturer's works to ensure that the machine is in accordance with these recommendations. Wherever practicable spare armatures should be given the tests applicable to the complete machine.

18.44 High-voltage test

The test voltage should be applied between each winding and the frame of the machine, the core being connected to the frame and to the windings which are not being tested.

The test voltage should be alternating and should be as near as possible to sine wave-form.

The test should be commenced at a voltage of not more than one-half of the full test voltage. The voltage should then be increased to the full value steadily or in steps of not more than 5% of the full value, the time allowed for the increase of the voltage from half to full value being not less than 10 s. The full test voltage should then be maintained for 1 min in accordance with the values as indicated in the following Table V.

TABLEAU V

Point N°	Machine ou partie de machine	Tension d'essai (efficace)
1	Parties isolées de machines de puissance inférieure à 1 kW ou 1 kVA	500 V + 2 fois la tension nominale
2	Machines tournantes de puissance comprise entre 1 kW ou 1 kVA inclus et 10 000 kW ou kVA exclus (voir note 2)	1 000 V + 2 fois la tension nominale avec un minimum de 1 500 V (voir note 1)
3	Machines tournantes de puissance égale ou supérieure à 10 000 kW ou kVA (voir note 2) <i>Tension nominale</i> Inférieure ou égale à 2 000 V De 2 000 V exclus à 6 000 V inclus Plus de 6 000 V	2 fois la tension nominale + 1 000 V 2,5 fois la tension nominale 2 fois la tension nominale + 3 000 V
4	Enroulements à excitation séparée de machines à courant continu	1 000 V + 2 fois la tension nominale maximale du circuit d'excitation avec un minimum de 1 500 V
5	Enroulements d'excitation des alternateurs synchrones	10 fois la tension nominale d'excitation avec un minimum de 1 500 V et un maximum de 3 500 V
6	Enroulements d'excitation de moteurs synchrones a) Destinés à démarrer avec les enroulements d'excitation en court circuit ou fermés à travers l'induit d'une excitatrice, ou à démarrer avec les enroulements à courant alternatif au repos b) Destinés à démarrer, soit avec une résistance en série avec les enroulements d'excitation, soit avec les enroulements d'excitation en circuit ouvert avec ou sans diviseur de champ	1 000 V + 2 fois la tension nominale maximale d'excitation avec un minimum de 1 500 V 1 000 V + 2 fois la valeur maximale de la tension efficace qui peut se produire, dans les conditions de démarrage spécifiées, entre les bornes de l'enroulement d'excitation ou dans le cas d'un enroulement d'excitation sectionné, entre les bornes de toute section, avec un minimum de 1 500 V (voir note 3)
7	Enroulements secondaires (habituellement rotor) de moteurs d'induction synchronisés, non court-circuités en permanence, destinés par exemple à démarrer par rhéostats a) Pour les moteurs non réversibles ou pour moteurs réversibles à partir du repos seulement b) Pour les moteurs qui peuvent être inversés ou freinés en inversant l'alimentation primaire lorsque le moteur est en fonctionnement	1 000 V + 2 fois la tension en circuit ouvert au repos, mesurés entre les bagues ou les bornes secondaires, avec la tension nominale appliquée aux enroulements primaires 1 000 V + 4 fois la tension secondaire en circuit ouvert, au repos, comme définie au point N° 7 a)
8	Excitatrices (sauf exceptions ci-dessous) <i>Exception 1</i> — Excitatrices de moteurs synchrones (y compris moteurs d'induction synchronisés) lorsqu'elles sont mises à la masse ou déconnectées des enroulements d'excitation pendant le démarrage <i>Exception 2</i> — Enroulements à excitation séparée des excitatrices (voir point N° 4)	Comme pour les enroulements auxquels elles sont connectées 1 000 V + 2 fois la tension nominale de l'excitatrice avec un minimum de 1 500 V

TABLE V

Item No	Machine or part	Test voltage (r m s)
1	Insulated parts of machines of size less than 1 kW or 1 kVA	500 V + twice the rated voltage
2	Rotating machines of size 1 kW or 1 kVA to less than 10 000 kW or kVA (see Note 2)	1 000 V + twice the rated voltage with a minimum of 1 500 V (see Note 1)
3	Rotating machines of size equal to or more than 10 000 kW or kVA (see Note 2) <i>Rated voltage</i> Up to 2 000 V Exceeding 2 000 V but not exceeding 6 000 V Exceeding 6 000 V	Twice the rated voltage + 1 000 V 2.5 times the rated voltage Twice the rated voltage + 3 000 V
4	Separately excited windings of d.c. machines	1 000 V + twice the maximum rated field circuit voltage with a minimum of 1 500 V
5	Field windings of synchronous generators	10 times the rated excitation voltage with a minimum of 1 500 V and a maximum of 3 500 V
6	Field windings of synchronous motors <i>a)</i> When intended to be started with the field windings short circuited or connected across an exciter armature, or to be started with the a.c. windings idle <i>b)</i> When intended to be started either with a resistance connected in series with the field windings, or with the field windings on open-circuit with or without a field dividing switch	1 000 V + twice the maximum rated excitation voltage with a minimum of 1 500 V 1 000 V + twice the maximum value of the r m s voltage, which can occur under the specified starting conditions, between the terminals of the field winding, or in the case of a sectionalized field winding between the terminals of any section with a minimum of 1 500 V (see Note 3)
7	Secondary (usually rotor) windings of induction motors or synchronous induction motors if not permanently short circuited (e.g. if intended for rheostatic starting) <i>a)</i> For non-reversing motors or motors reversible from standstill only <i>b)</i> For motors to be reversed or braked by reversing the primary supply while the motor is running	1 000 V + twice the open circuit standstill voltage as measured between slip-rings or secondary terminals with rated voltage applied to the primary windings 1 000 V + four times the open circuit standstill secondary voltage as defined in Item 7 a)
8	Exciters (except as below) <i>Exception 1</i> — Exciters of synchronous motors (including synchronous induction motors) if connected to earth or disconnected from the field windings during starting <i>Exception 2</i> — Separately excited field windings of exciters (see Item 4)	As for the windings to which they are connected 1 000 V + twice the rated exciter voltage, with a minimum of 1 500 V

TABLEAU V (suite)

Point N°	Machine ou partie de machine	Tension d'essai (efficace)
9	Groupe de machines et d'appareils assemblés	Quand l'essai est effectué sur un groupe de plusieurs machines et appareils neufs installés et connectés ensemble dont chacun a déjà subi un essai diélectrique, la tension d'essai ne doit pas dépasser 85 % de la tension la plus basse applicable à l'un de ces appareils

Notes 1 — Dans le cas d'enroulements diphasés ayant une borne commune, la tension nominale à considérer pour le calcul de la tension d'essai doit être égale à 1,4 fois la tension de chaque phase séparée

2 — L'essai diélectrique de machines à isolation graduée doit faire l'objet d'un accord particulier

3 — La tension qui s'établit aux bornes des enroulements d'excitation ou de leurs sections dans les conditions de démarrage spécifiées peut être mesurée à une tension d'alimentation réduite appropriée, et la tension ainsi mesurée doit être augmentée dans le rapport de la tension de démarrage spécifiée à la tension d'alimentation utilisée pour l'essai

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60092-355

TABLE V (continued)

Item No	Machine or part	Test voltage (1 m s)
9	Assembled group of machines and appliances	When the test is made on a group of several new machines and apparatus installed and connected together, each one of which has passed a high-voltage test, the test voltage to be applied to such an assembled group should not exceed 85% of the lowest test voltage appropriate for any part of the group

Notes 1 — For two phase windings having one terminal in common, the rated voltage for the purpose of calculating the test voltage shall be taken as 1.4 times the voltage of each separate phase

2 — High-voltage tests on machines having graded insulation should be the subject of special agreement

3 — The voltage occurring between the terminals of the field windings or sections thereof under the specified starting conditions may be measured at any convenient reduced supply voltage, and the voltage so measured shall be increased in the ratio of the specified starting supply voltage to the test supply voltage

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60092-355
 Withdrawing

CHAPITRE XIX — PROPULSION ÉLECTRIQUE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Note — La refonte du présent chapitre est à l'étude, en particulier en ce qui concerne les systèmes de propulsion à courant continu. Lorsqu'il s'agit d'un tel type de propulsion, une étude spéciale est nécessaire.

19 01 Domaine d'application

Le présent chapitre traite du matériel de propulsion électrique. Les prescriptions des autres chapitres des présentes recommandations s'appliquent dans la mesure appropriée, sous réserve des exceptions indiquées aux articles 19 02 à 19 37 ci-après.

19 02 Caractères généraux de la construction

Les génératrices et moteurs de propulsion doivent être de construction robuste et rigide et aménagés de façon à être fixés sur leur carlingage au moyen de boulons ajustés. Tous les carlingages de machines doivent être robustes et assujettis à la charpente du navire. Les ensembles de commande doivent être fixés à une assise robuste et faire corps avec leur support ou être fixés accolés à une cloison ou au pont situé au-dessus.

19 03 Couple et vitesses critiques

- a) Le couple disponible sur les moteurs de propulsion pour la manœuvre doit dépasser suffisamment l'inertie de l'hélice pour permettre de la stopper ou d'inverser son sens de rotation en un temps normal lorsque le navire est en route à sa vitesse maximale de service.
- b) Dans les installations de propulsion à courant alternatif, on doit assurer une marge de couple suffisante pour empêcher le moteur de décrocher par mauvais temps et, dans le cas d'un navire à plusieurs hélices, en giration.
- c) Les vitesses normales de fonctionnement du système de propulsion ne doivent pas se trouver au voisinage d'une vitesse critique entraînant des vibrations de torsion d'amplitude exagérée.
- d) Afin d'éviter des contraintes exagérées de torsion, on doit porter une attention particulière à la coordination des constantes d'élasticité de l'ensemble du système de propulsion, y compris la génératrice, le moteur, la ligne d'arbres et l'hélice, et des oscillations électriques des réseaux à courant alternatif.
- e) Le constructeur du matériel électrique doit fournir sur la partie électrique des machines toutes les informations nécessaires au constructeur de l'installation de propulsion, lequel est responsable de la vérification des points c) et d).

19 04 Graissage

- a) Lorsqu'on utilise un collecteur d'huile de graissage, on doit prévoir des dispositifs pour vérifier la température d'évacuation de l'huile de graissage.
- b) Tout système de graissage forcé (par pompe ou gravité) doit comporter un dispositif d'alarme fonctionnant en cas de baisse de pression de l'huile.
- c) Le graissage des paliers de moteurs doit être efficace à toutes les vitesses à partir de la vitesse minimale, tant en marche avant qu'en marche arrière, que la puissance électrique soit appliquée ou non au moteur et dans toutes les conditions de température d'huile.

CHAPTER XIX — ELECTRIC PROPULSION PLANT

GENERAL CONSIDERATIONS

Note — The redrafting of this chapter is under consideration, particularly with regard to d.c. propulsion systems. If this type of system is concerned, it requires special consideration.

19 01 Scope

This chapter relates to the electric propulsion equipment. The requirements contained in other chapters of these recommendations apply where appropriate except as qualified by the following Clauses 19 02-19 37.

19 02 Structural features

Propulsion generators and motors should be of substantial and rigid construction and arranged for fitted bolts to secure them to their foundation. All foundations of machines should be substantial and secured to the ship's structure. Control assemblies should be secured to a solid foundation and self-supported, or braced to the bulkhead or deck above.

19 03 Torque and critical speeds

- a) The torque available in the propulsion motors for manoeuvring should be reasonably in excess of the trailing action of the propeller, to enable the latter to be stopped or reversed in a reasonable time when the vessel is travelling at maximum service speed.
- b) Adequate torque margin should be provided in a.c. propulsion systems to guard against the motor pulling out of step during rough weather and, on a multiple screw vessel, when turning.
- c) The normal running speeds of the propulsion system should not be in the vicinity of a torsional critical speed having a torsional vibration of excessive magnitude.
- d) In order to prevent excessive torsional stresses, careful consideration should be given to co-ordination of the mass-elastic constants of the entire propelling system, including generator, motor, shafting, propeller, and electrical oscillations in alternating-current systems.
- e) The electrical manufacturer should provide all necessary information regarding the electrical part of machinery to the main contractor for the propulsion installations, who will be responsible for checking Items c) and d).

19 04 Lubrication

- a) Means should be provided to ascertain the temperature of the lubricating-oil discharge when a circulating system is used.
- b) An alarm system should be installed in conjunction with any forced lubrication system (pressure or gravity), arranged to function when the oil pressure fails.
- c) The lubrication of the bearings of motors should be effective at all speeds from creep speeds upwards, either ahead or astern, whether or not electric power is applied to the motor, and under all conditions of oil temperature.

MOTEURS PRIMAIRES

19 05 Turbines à vapeur

Les turbines à vapeur pour la propulsion électrique doivent comporter les dispositifs ci-dessous

- a) Si la conduite du navire implique le réglage de la vitesse de la turbine, le régulateur de vitesse doit être muni d'une commande manuelle locale devant pouvoir être également réglée à distance du poste de manœuvre. Le régulateur de vitesse doit permettre d'augmenter et de diminuer la vitesse par échelons appropriés sur toute l'étendue de la gamme de vitesses.
- b) Lorsque de la vapeur d'échappement est admise aux derniers étages de la turbine, on doit prévoir une soupape de fermeture automatique, commandée par le régulateur de vitesse et fonctionnant sous l'action du limiteur de vitesse.
- c) Lorsqu'il est prévu un soutirage de vapeur, on doit prévoir des dispositifs efficaces pour empêcher un retour de vapeur à la turbine.
- d) Si on utilise la vapeur d'échappement, on doit prévoir des dispositifs empêchant les rentrées d'eau dans la turbine.
- e) Pour réduire au minimum les risques d'incendie, on doit prendre des dispositions pour empêcher l'huile de graissage de venir en contact avec des parties dont la température dépasse 250 °C.

19 06 Survitesse des turbines

Les turbines ne doivent pas être exposées à supporter une vitesse supérieure à 20 % de la vitesse nominale. S'il est effectué un essai de survitesse, il n'y est procédé qu'au cours des essais de réception et sa durée ne doit pas dépasser 5 min.

19 07 Moteur Diesel

Les moteurs Diesel pour la propulsion électrique doivent comporter les dispositifs ci-dessous

- a) Un régulateur de vitesse efficace permettant de réduire rapidement le débit de combustible. La vitesse à vide des moteurs ne doit pas dépasser de plus de 6 % la vitesse nominale à pleine charge. Le régulateur doit également permettre le fonctionnement en parallèle sur toute la gamme des vitesses prévues pour le moteur, sauf dans le cas où l'installation est disposée de façon à rendre inutile le fonctionnement en parallèle.
Lorsque la nature du réglage du nombre de tours de l'hélice l'exige, le régulateur de vitesse doit être conçu de façon à permettre d'augmenter la vitesse par échelons appropriés sur toute la gamme de vitesse.
- b) En plus du régulateur de vitesse, chaque moteur doit être équipé d'un limiteur de vitesse empêchant le moteur de dépasser la vitesse nominale de plus de 15 %.

19 08 Caractéristiques des moteurs Diesel

- a) Le moteur doit pouvoir développer pendant des durées d'une heure une puissance supérieure d'au moins 10 % à sa puissance nominale, ou de tout autre pourcentage et pour toute autre durée qui peuvent être spécifiées par l'acheteur tout en restant dans les limites de vitesse définies à l'article 19 07, sans échauffement excessif du moteur ou aucune autre difficulté d'ordre mécanique.
- b) Le moteur doit pouvoir supporter la surcharge spécifiée ci-dessus pendant la durée spécifiée, immédiatement à la suite d'un fonctionnement à la puissance nominale, au cours duquel l'équilibre a été atteint, les températures d'eau de circulation et d'huile de graissage étant pratiquement constantes. Le moteur doit pouvoir poursuivre son fonctionnement à la puissance nominale immédiatement après l'essai de surcharge spécifiée.

PRIME-MOVERS

19 05 Steam turbines

Steam turbines for electric propulsion should incorporate the following details:

- a) If ship control involves adjustment of the turbine speed, the governor should be provided with adequate means for local manual control as well as for remote adjustment from the control station. The speed-control governor should be designed to permit the speed to be increased and decreased in suitable increments over the speed range.
- b) Where exhaust steam is admitted to the turbine lower stages, an automatic shut-off should be provided, controlled by the governor and functioning when the emergency trip operates.
- c) Where provision is made for the extraction of steam, positive means for preventing a reversal of flow to the turbine should be provided.
- d) If exhaust steam is utilized, means to prevent water entering the turbine should be provided.
- e) In order to minimize the possibility of fire, steps should be taken to prevent lubricating oil from coming into contact with parts having a temperature in excess of 250 °C.

19 06 Turbine design overspeed

The turbine should not be called upon to withstand a higher speed than 20% in excess of the rated speed. If any test be made, it should only be made during the acceptance trial and the duration should not exceed 5 min.

19 07 Diesel engines

Diesel engines for electric propulsion should incorporate the following details:

- a) An effective governor capable of quickly reducing the fuel-oil flow. Engines should have a no-load speed not in excess of 6% above full-load rated speed. This governor should also provide for satisfactorily parallel operation over the entire speed range required of the engines, except in cases where the arrangement of the plant makes parallel operation unnecessary.

Where required by the nature of the propeller speed control, the speed control governor should be designed to permit the speed to be increased in suitable increments over the speed range.

- b) In addition to the speed-regulating governor, each engine should be fitted with an overspeed governor which will prevent the engine from exceeding its rated speed by more than 15%.

19 08 Diesel engine rating

- a) The engine should be capable, for periods of one hour, of developing a load of not less than 10% above its rated output or such other percentages of overload and other time period as may be specified by the purchaser within the limits of variation in speed as defined in Clause 19 07, without undue heating of the engine or other mechanical difficulty.
- b) The engine should be capable of sustaining the above specified overload for the specified time, immediately following a run at rated output, during which steady conditions have been reached and jacket-water and lubricating oil temperatures have become reasonably constant. The engine should be capable of continuing in operation at rated output immediately following the specified overload test.

19 09 Vibration de torsion des moteurs Diesel

- a) Une vibration de torsion est considérée comme excessive lorsqu'elle donne naissance à des contraintes qui, en se combinant à celles auxquelles la ligne d'arbre est normalement soumise, dépassent la limite de sécurité de résistance du matériau dont est constitué l'arbre ou lorsque l'amplitude de cette vibration risque de compromettre la tenue des éléments fixés à l'arbre ou entraînés par lui, même si les contraintes existantes ne sont pas excessives
- b) Les vitesses critiques se produisant au-dessous de la vitesse de fonctionnement et par lesquelles le moteur doit passer pour atteindre la vitesse de fonctionnement ne doivent pas entraîner des vibrations de torsion assez élevées pour compromettre la tenue en service de la ligne d'arbre ou des éléments associés
- c) Si on ne peut complètement éliminer les vitesses critiques dans la gamme de fonctionnement recherchée, le constructeur du moteur Diesel doit recommander d'éviter le fonctionnement continu aux vitesses où des vibrations dangereuses sont à craindre. Les zones de vitesses critiques doivent être marquées sur les indicateurs de vitesse des alternateurs

ALTERNATEURS ET MOTEURS A COURANT ALTERNATIF

19 10 Tensions des machines

Les alternateurs et moteurs doivent être polyphasés, la tension entre phases ne dépassant pas 7 500 V. Les tensions au-dessus de cette valeur doivent être considérées comme spéciales.

19 11 Fréquence

Il n'est pas nécessaire que la fréquence utilisée pour les appareils de propulsion soit la même que celle adoptée pour les alternateurs de distribution de bord.

19 12 Construction

- a) Les moteurs peuvent être, soit du type à induction avec un enroulement rotorique à cage d'écureuil indépendant et séparé pour le démarrage, soit du type usuel à rotor bobiné avec résistance de démarrage extérieure, soit du type synchrone avec enroulement rotorique à induction séparé pour le démarrage et excitation à courant continu pour la marche normale.
- b) Les alternateurs et moteurs du type fermé ventilé doivent être munis de dispositifs de mesure de la température des enroulements fixes. Les températures doivent être indiquées à un emplacement commode, de préférence sur le tableau de commande.

Note — Il est recommandé d'installer, dans la mesure du possible, des indicateurs de température internes sur tous les moteurs de propulsion.

19 13 Caractéristiques intrinsèques des alternateurs

Les alternateurs doivent avoir des caractéristiques intrinsèques les protégeant contre les dommages dus aux courts-circuits.

19 14 Ventilation et contrôle de la température

- a) Les alternateurs et moteurs doivent être soit du type ventilé avec des grillages empêchant les accidents de personnes ou l'entrée de corps étrangers, soit du type fermé avec conduits de ventilation.
- b) Les alternateurs et moteurs doivent être munis d'une ventilation forcée si les conditions de service le nécessitent. L'air chaud doit être évacué des enveloppes d'alternateurs et moteurs par des conduits disposés de façon à empêcher cet air chaud de pénétrer à nouveau par l'aspiration et empêcher l'introduction d'eau ou de corps étrangers par les conduits d'aspiration ou d'évacuation.

19 09 Diesel-engine torsional vibration

- a) A torsional vibration is considered excessive when it gives rise to stresses which, when combined with other stresses ordinarily present in the shafting, exceed the safe working stress for the material of the shaft, or when the amplitude of torsional vibration is such as to be inimical to the life of the elements attached to or driven from the shaft, even though the attendant stresses are not excessive
- b) Critical speeds occurring below the operating speed and through which the engine must pass in attaining operating speed should not have torsional vibration of such severity as to endanger the life of the shafting of its associated elements
- c) If complete elimination of all critical speeds within the desired operating range is not practicable, the engine builder should recommend the avoidance of continuous operation at the speeds at which objectionable vibrations are expected to occur. The zones of critical speed should be marked on alternator speed indicators

A C GENERATORS AND MOTORS

19 10 Machine voltages

Generators and motors should be polyphase and of a voltage between phases not exceeding 7 500 V. Voltages in excess of this value should be considered as special.

19 11 Frequency

It is not necessary for the frequency used in propulsion equipment to be the same as that adopted for the ship's service generators.

19 12 Construction

- a) Motors may be of the induction type with a separate self-contained squirrel-cage rotor winding for starting, or of the ordinary form-wound-rotor type with external starting resistance, or of the synchronous type with separate induction rotor winding for starting and direct-current excited field for normal running.
- b) Generators and motors with closed ventilating systems should be provided with means for obtaining the temperatures of the stationary windings. The temperatures should be indicated at a convenient location, preferably the control panel.

Note — It is recommended that embedded temperature detectors should, where practicable, be fitted to all a.c. propulsion motors.

19 13 Inherent characteristics of generators

Generators should have inherent characteristics which protect them against damage due to short-circuits.

19 14 Machine ventilation and temperature control

- a) Generators and motors should be either of the ventilated type with adequate wire or mesh screens to prevent injury to personnel or the entrance of foreign material or of the enclosed type with pipe ventilation.
- b) Generators and motors should be provided with forced ventilation when required by the service. The heated air should be carried away through ducts from the generator and motor enclosures, such ducts being arranged to prevent warm exhaust-air re-entering the intake and to prevent entrance of water or foreign material into either intake or exhaust ducts.

- c) La ventilation des alternateurs et moteurs peut être assurée par une circulation de l'air en circuit entièrement ou partiellement fermé en utilisant des réfrigérants d'air à circulation d'eau. Dans ce cas, on doit prendre des dispositions pour empêcher, dans les alternateurs et moteurs, l'entrée d'eau provenant de fuites aux tubes réfrigérants. L'air pénétrant dans les alternateurs ou moteurs doit rester exempt, dans toute la mesure du possible, de vapeurs d'huile ou autres, ainsi que de toute matière étrangère de nature quelconque.
- d) Les conduits d'air doivent être munis de registres, de moyens d'accès pour visites et de thermomètres avertisseurs placés à l'extérieur des machines. Les registres ne sont pas nécessaires dans le cas de la circulation en circuit fermé.

19 15 Accessibilité pour réparations

En vue des visites et des réparations, une possibilité d'accès doit être aménagée aux bobinages du stator et de l'induit, ainsi que pour l'enlèvement et le remplacement des enroulements d'excitation des machines à pôle saillants. Des dispositions doivent être prévues pour supporter l'arbre lors du démontage et de la visite des paliers, ainsi que pour rectifier les bagues collectrices des moteurs de propulsion ou, si nécessaire, pour les démonter sans difficulté pour cette opération.

19 16 Protection contre l'humidité

Les alternateurs et moteurs doivent être munis de moyens efficaces empêchant l'accumulation de l'humidité même pendant les périodes d'arrêt prolongé.

GÉNÉRATRICES ET MOTEURS À COURANT CONTINU

19 17 Tension des machines

La tension spécifiée entre deux points du réseau ou entre un point du réseau et la masse, pour les génératrices et moteurs de propulsion à courant continu, ne doit pas dépasser 1 000 V. Si on utilise plusieurs induits de moteurs en série et si la tension dépasse 1 000 V, les circuits doivent être tels qu'une ou plusieurs génératrices soient intercalées entre les induits, ou bien on doit recourir à d'autres dispositions limitant la tension entre deux points quelconques du réseau à une valeur ne dépassant pas 1 000 V. Les tensions dépassant cette valeur doivent être considérées comme spéciales.

19 18 Ventilation et contrôle de la température

Toutes les dispositions de l'article 19 14 s'appliquent également aux génératrices et moteurs de propulsion à courant continu.

19 19 Accessibilité pour réparations

En vue des visites et réparations, des possibilités d'accès doivent être ménagées aux enroulements d'induit ainsi que pour l'enlèvement et le remplacement des enroulements d'excitation. Des moyens de soutenir l'arbre lors du démontage et de la visite des paliers doivent être prévus ainsi que des dispositions, si nécessaire, pour rectifier les collecteurs.

19 20 Protection contre l'humidité

Les génératrices et moteurs doivent être munis de moyens efficaces pour empêcher l'accumulation de l'humidité même pendant les périodes d'arrêt prolongé.

- c) Generator and motor ventilation may be provided by the re-circulation of air through a closed or partially closed system, employing watercooled air coolers. In this case arrangements should be such as to prevent the entrance of water, from leaking cooler tubes, into the generator or motor. Any air entering the generators and motors should be kept free, as far as practicable, from oil and other vapours, and from foreign material of any kind.
- d) Air ducts should be provided with dampers, with means of access for inspection and with alarm thermometers external to the machines. Dampers are not required for re-circulating systems.

19 15 Accessibility for repairs

For purposes of inspection and repair, provision should be made for access to stator coils and armature coils, and for the withdrawal and replacement of the field coils of salient-pole a.c. machines. Facilities should be provided for supporting the shaft to permit the withdrawal and inspection of bearings. Provision should be made for machining collector rings of a.c. propulsion motors or, where necessary, for their easy removal for that purpose.

19 16 Protection from moisture

Effective means should be provided in generators and motors to prevent the accumulation of moisture, even when they are idle for appreciable periods.

D.C. GENERATORS AND MOTORS

19 17 Machine voltages

The designed voltage between any two points or between any point in the system and earth for direct-current propulsion generators and motors should not exceed 1 000 V. Where multiple motor armatures are used in series and the voltage exceeds 1 000 V, the system should be such that one or more generators are interspersed between the armatures, or some other arrangement employed by which the voltage between any two points of the system is limited to a value not in excess of 1 000 V. Voltages in excess of this value should be considered as special.

19 18 Machine ventilation and temperature control

All parts of Clause 19 14 are also applicable to d.c. propulsion generators and motors.

19 19 Accessibility for repairs

For purposes of inspection and repair, provision should be made for access to armature coils and the withdrawal and replacement of the field coils. Facilities should be provided for supporting the shaft to permit the withdrawal and inspection of bearings. Provision should be made, if necessary for machining of commutators.

19 20 Protection from moisture

Effective means should be provided in generators and motors to prevent the accumulation of moisture, even when they are idle for appreciable periods.

19 21 Protection contre les survitesses

Lorsque le système permet des survitesses excessives sous de faibles charges, des dispositifs de protection contre les survitesses doivent être aménagés de façon à interrompre l'alimentation. Les induits doivent être construits de façon à empêcher des dommages résultant de survitesses temporaires.

ACCOUPLLEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

19 22 Construction

Les accouplements électromagnétiques doivent être de construction robuste et rigide.

19 23 Protection

Les accouplements électromagnétiques doivent être du type fermé ventilé ou munis de grillages robustes pour empêcher les accidents de personnes ou la pénétration des corps étrangers. Ils doivent être protégés contre les chutes de gouttes d'eau.

19 24 Échauffements

Les échauffements des accouplements électromagnétiques, y compris leurs excitatrices, ne doivent pas dépasser, lors de l'essai sous charge nominale, les limites de l'article 18 12. Si l'accouplement est équipé d'un ventilateur solidaire, les échauffements ne doivent pas dépasser les limites de l'article 18 12 lorsque l'accouplement fonctionne en service continu à 70 % de la vitesse à pleine charge, avec le couple nominal et l'excitation nominale en pleine charge. Sur les navires prévus essentiellement pour le remorquage, il peut être nécessaire de disposer du couple nominal à une vitesse inférieure.

19 25 Accessibilité pour réparations

Les accouplements doivent être démontés d'un seul bloc sans déplacement de l'arbre manivelle ou de l'arbre réducteur et sans démontage des pièces polaires.

EXCITATRICES

19 26 Excitatrices — Généralités

- a) En règle générale, les excitatrices pour installations à courant alternatif doivent être entraînées séparément, alors que celles pour installations à courant continu peuvent être à accouplement direct.
- b) Il doit être prévu plus d'un moyen d'excitation. L'un d'eux peut consister à emprunter le courant aux groupes auxiliaires de force ou d'éclairage.
- c) Les caractéristiques des excitatrices doivent convenir au système de commande utilisé.

19 27 Construction

La résistance mécanique des arbres et accouplements d'excitatrices pour courant alternatif doit tenir compte de l'augmentation de puissance nécessaire au cours des manœuvres.

19 28 Variation de tension des excitatrices

Si l'excitatrice est destinée uniquement à l'excitation de la génératrice de propulsion, sa tension peut varier sur l'étendue de fonctionnement stable de l'excitatrice pour obtenir la variation de l'excitation de la génératrice. En cas contraire, une génératrice d'appoint ou une résistance doit être utilisée pour l'obtenir.

19 21 **Overspeed protection**

Where the system permits excessive overspeeding at light loads, overspeed protection devices should be arranged to interrupt the supply of power and the armatures should be suitably constructed to prevent damage due to temporary overspeeding

ELECTRIC SLIP COUPLINGS

19 22 **Construction**

Electric slip couplings should be of substantial and rigid construction

19 23 **Protection**

Electric slip couplings should be enclosed ventilated or otherwise provided with substantial wire or mesh screen to prevent personnel injury or the entrance of foreign material. They should be drip-proof

19 24 **Temperature rise**

Electric slip couplings including their exciters when tested under rated load conditions should have temperature rises not exceeding the limits given in Clause 18 12. If the coupling is fitted with an integral fan, the temperature-rise limits given in Clause 18 12 should not be exceeded when the coupling is operated continuously at 70 % full load speed, rated torque and rated full load excitation. Vessels designed primarily for towing may require rated torque at lower speed

19 25 **Accessibility for repairs**

The coupling should be designed to permit removal as a unit without moving the engine crankshaft or pinion shaft, and without removing the poles

EXCITERS

19 26 **Exciters — General**

- a) Normally exciters for a.c. installations should be separately driven, while those for d.c. systems may be direct-connected
- b) More than one means of excitation should be provided. Current may be derived from the auxiliary power or lighting sets as one means of excitation
- c) Exciters should have characteristics suited to the control system used

19 27 **Construction**

The strength of shafts and couplings of exciters for a.c. systems should be suitable for the increased output necessary during manoeuvring

19 28 **Exciter voltage variation**

If the exciter is used solely for excitation of the propulsion generator, its voltage may be varied over the stable range of the exciter to vary the generator field excitation, otherwise a booster generator or a resistance should be used for accomplishing this purpose

APPAREILS DE COMMANDE

19 29 Appareils de commande — Généralités

Tous les contacteurs de manœuvre, interrupteurs, rhéostats de champ et combinateurs doivent être munis d'une commande manuelle ne nécessitant pas un effort physique anormal. Quand cette commande manuelle est aidée par un dispositif électrique, pneumatique ou hydraulique, une avarie de ce dispositif ne doit pas entraîner l'interruption du mouvement de l'arbre porte-hélice, et toute commande de ce genre doit pouvoir être mise instantanément en situation de fonctionner entièrement à la main.

19 30 Construction

- a) Les conducteurs des appareils de mesure et de commande doivent être à âme câblée. On ne doit pas utiliser des câbles comportant des conducteurs de section inférieure à 1,5 mm².

On ne doit pas utiliser de câbles multiconducteurs dans les circuits de commande de la propulsion.

- b) Lorsque des manomètres de vapeur et d'huile sont installés sur l'ensemble principal de commande, des dispositions doivent être prises pour qu'en cas de fuite la vapeur ou l'huile ne vienne pas en contact avec des parties sous tension.
- c) Tous les leviers de commande de contacteurs, interrupteurs d'alimentation, interrupteurs d'excitation, etc. doivent comporter un verrouillage mécanique empêchant les fausses manœuvres. Dans les installations à courant continu, les interrupteurs d'excitation doivent comporter un verrouillage empêchant l'ouverture des circuits principaux sans que le courant d'excitation n'ait été préalablement réduit à zéro, sauf lorsque les génératrices alimentent des auxiliaires en même temps que les systèmes de propulsion, auquel cas il suffit de réduire l'excitation à une faible valeur.

19 31 Appareils de mesure

- a) Les appareils suivants doivent être, dans la mesure applicable, installés sur le tableau de commande.

i) *Installations à courant alternatif*

Ampèremètre, voltmètre, wattmètre indicateur, tachymètre ou fréquencesmètre et ampèremètre d'excitation pour chaque alternateur de propulsion, ampèremètre d'excitation pour chaque moteur synchrone et indicateur de vitesse pour chaque ligne d'arbre. On doit prévoir la possibilité d'installer un compte-tours pour chaque ligne d'arbre s'il en est ainsi spécifié. Un indicateur de température donnant par lecture directe la température des enroulements statoriques des alternateurs et des moteurs doit être installé sur chaque alternateur et sur chaque moteur.

ii) *Installations à courant continu*

Ampèremètre pour le circuit principal, ampèremètre pour chaque circuit d'excitation de génératrices et de moteurs, un ou plusieurs voltmètres avec commutateurs donnant la tension de chaque génératrice, moteur et excitatrice de propulsion, ampèremètre pour chaque excitatrice et indicateur de vitesse pour chaque ligne d'arbre. On doit ménager la possibilité d'installer un compte-tours pour chaque ligne d'arbre s'il en est ainsi spécifié.

- b) Si le tableau de commande n'est pas situé dans le compartiment de la machine ou si, de ce tableau, on ne peut pas lire facilement les indications des manomètres, un jeu des principaux manomètres de moteur primaire doit être installé sur le tableau de commande.

19 32 Enveloppes

- a) Le tableau de commande doit être protégé sur les côtés et sur l'arrière, à moins que cette protection ne soit assurée par une cloison, au moyen d'un grillage de fils métalliques, d'une grille de métal déployée, ou de tout autre dispositif d'efficacité équivalente.

CONTROLGEAR

19 29 Control equipment — General

Provision should be made for the manual operation, without undue manual effort of all manoeuvring contactors, switches, field regulators and controllers. Where electric, pneumatic or hydraulic aid is used for manual operation, failure of such aid should not result in interruption of power to the propulsion shaft, and any such device should be capable of purely manual operation without delay.

19 30 Construction

- a) Instruments and control wirings should consist of stranded conductors. No cable having a conductor of cross-sectional area smaller than 1.5 mm^2 should be installed.

Multi-core cables in the control circuits of the electrical propulsion should not be used.

- b) Where steam and oil gauges are mounted on the main control-assembly, provision should be made so that in case of leakage the steam or oil will not come into contact with the energized parts.
- c) All levers for operating contactors, line switches, field switches, etc., should be mechanically interlocked to prevent their wrong operation. For d.c. systems, the field switches should be provided with interlocks to prevent the opening of main circuits without the field excitation being first reduced to zero, except when the generators supply power simultaneously to an auxiliary load apart from the propulsion system, in which case the field excitation need only be reduced to a low value.

19 31 Instruments

- a) The following instruments, where applicable, should be mounted on the control assembly:

i) *For a.c. systems*

Ammeter, voltmeter, indicating wattmeter, tachometer or frequency meter and field ammeter for each propulsion generator, field ammeters for each synchronous motor, and speed indicator for each propeller shaft. Provision should be made for mounting a revolution counter for each propeller shaft when specified. A temperature indicator for reading directly the temperature of propulsion alternating-current generator stator windings and motor stator windings should be installed for each generator and motor.

ii) *For d.c. systems*

An ammeter for the main circuit, an ammeter for each generator and motor field circuit, one or more voltmeters with selector switches for reading voltage on each propulsion generator, motor and exciter, an ammeter for each exciter, and a speed indicator for each propeller shaft. Provision should be made for mounting a revolution counter for each propeller shaft when specified.

- b) If the control assembly is not located in the engine room or if the gauges cannot conveniently be read from the operating control assembly, a set of principal prime-mover gauges should be mounted on the control assembly.

19 32 Enclosures

- a) The control assembly should be protected at the sides and back, if a bulkhead does not perform this function, by a wire mesh, expanded metal grill or other equally effective means.

- b) La porte d'accès principale à la cellule à haute tension doit comporter un verrouillage empêchant son ouverture lorsque le circuit d'excitation de la génératrice principale est sous tension. Toutes les portes donnant accès à cette cellule doivent être munies d'une plaque indiquant la tension maximale à l'intérieur de la cellule.

19.33 Circuits de commande

- a) On peut commander l'installation soit à partir de la passerelle et de la salle des machines, soit uniquement à partir de la salle des machines. Lorsqu'on utilise la commande de la passerelle, des dispositions doivent être prises pour permettre de commander la propulsion également de la salle des machines. Si le matériel est disposé pour être commandé de deux ou plusieurs postes, on doit prévoir un commutateur ou un autre dispositif pour renvoyer la commande au poste choisi. Le commutateur ou le dispositif équivalent doit comporter un verrouillage empêchant un nouveau démarrage à partir d'un nouveau poste avant que les appareils de commande n'aient été remis sur la position « arrêt ».
- b) Lorsqu'il existe deux ou plusieurs postes de commande, chacun d'eux doit être muni d'indicateurs lumineux indiquant quel est le poste en fonction.
- c) Lorsqu'il existe deux ou plusieurs postes de commande, chacun d'eux doit être muni d'indicateurs lumineux supplémentaires indiquant si les circuits d'excitation sont sous tension ou non. Chaque poste doit être également muni d'un indicateur de vitesse de la ligne d'air.
- d) Les installations comprenant deux ou plusieurs génératrices de propulsion ou deux ou plusieurs moteurs par ligne d'air doivent être disposés de façon à permettre de mettre une machine quelconque hors service sans inconvénient pour le fonctionnement des autres.

Note — Pour mettre une de ces machines hors service, il est admis de couper toute l'installation pendant une durée aussi réduite que possible.

- e) Les circuits d'alimentation de génératrices et de moteurs doivent comporter des interrupteurs, de préférence du type à coupure dans l'air. Dans les circuits à courant alternatif, des interrupteurs dans l'huile utilisant de l'huile non inflammable peuvent être utilisés à condition qu'ils soient munis de cuves à huile à l'épreuve des fuites et des déversements. Ces interrupteurs doivent être de préférence à commande mécanique et construits pour couper le courant de pleine charge sous la tension maximale.
- f) Les interrupteurs d'excitation doivent être de préférence à commande mécanique, mais ils peuvent être à commande électrique. Ils doivent comporter si nécessaire des résistances de décharge, à moins que les enroulements d'excitation ne soient reliés en permanence à des résistances de décharge. Dans le cas du courant alternatif, on doit prévoir un dispositif mettant hors tension les circuits d'excitation au moyen de relais de déséquilibre.
- g) Des indicateurs de pertes à la masse doivent être prévus ainsi que des dispositifs de protection des génératrices et moteurs contre les défauts électriques. Les appareils de protection doivent pouvoir être réglés de façon à ne pas fonctionner sous l'action de surcharges ou surintensités rencontrées par grosse mer ou lors des manœuvres.

i) Pour les installations à courant alternatif

En courant alternatif, on doit prévoir un indicateur de pertes à la masse disposé de façon à actionner un signal d'alarme en cas de défaut à la masse. Si le neutre est mis à la masse à cet effet, il doit l'être par l'intermédiaire d'une résistance ou d'une réactance limitant le courant sous la pleine tension nominale à environ 20 A en cas de défaut à la masse dans le réseau de propulsion. On doit prévoir un relais de déséquilibre entre phases ouvrant les circuits d'excitation d'alternateurs et de moteurs en cas de déséquilibre appréciable.

- b) The main access-door to the high-voltage compartment should be interlocked to prevent opening unless the main-generator field circuit is de-energized. A warning nameplate giving the maximum voltage inside the enclosure should be provided on all doors giving access to that enclosure.

19.33 Control circuits

- a) Either wheelhouse and engine-room control, or engine-room control only may be used. Whenever wheelhouse control is used, an arrangement should be provided whereby the propulsion equipment also can be controlled from the engine room. Whenever the equipment is arranged for control from two or more stations, a selector switch or other means should be provided for connecting the control means to the delegated station. The selector switch or other means should be interlocked to prevent re-starting from the new control station until the control has first been returned to the "off" position.

- b) When two or more control stations are provided, indicating lights should be located at each control to indicate which station is in control.

- c) When two or more control stations are provided, additional indicating lights should be located at each control station to indicate whether the field circuits are energized or de-energized. A propeller shaft speed indicator should also be provided at each control station.

- d) Systems having two or more propulsion generators or two or more motors on one propeller shaft should be so arranged that any unit may be taken out of service without the operation of the remaining units being impaired.

Note — For putting one of these machines out of operation, disconnection of the whole installation during as short an interval as possible is allowed.

- e) Switches, preferably of the air-break type, should be provided for connecting the generator and motor circuits. For alternating-current systems oil-break switches using non-inflammable oil may be permitted for this purpose if provided with leakproof, non-spilling tanks. The control of the switches should be preferably mechanical and they should be designed to open full-load current at full voltage.

- f) Field switches should preferably be mechanically operated, but may be electrically operated. Field switches should be arranged for discharge resistors, if necessary, unless discharge resistors are permanently connected across the field. For a.c. systems, means should be provided for de-energizing the excitation circuits by the unbalance relay.

- g) Means for earth-leakage detection, together with means of protecting the propulsion generators and motors from electrical faults, should be provided. Protective equipment should be capable of being so set as not to operate on the overloads or excessive currents experienced in a heavy seaway or when manoeuvring.

i) For a.c. systems

For a.c. systems an earth-leakage detector should be provided and arranged to operate an alarm upon the occurrence of an earth fault. If the neutral is earthed for this purpose, it should be through a resistor or reactor which will limit the current at full rated voltage so that it will not exceed approximately 20 A upon a fault to earth occurring on the propulsion system. A phase unbalance relay should be provided which will open the generator and motor field circuits upon the occurrence of an appreciable unbalanced fault.

ii) Pour les installations en courant continu

On doit prévoir un indicateur de pertes à la masse, lequel peut consister en un voltmètre ou en lampes indicatrices. On doit assurer une protection contre les surcharges importantes, les courants excessifs et les défauts électriques susceptibles d'endommager l'installation.

- h)* Si la génératrice assure d'autres services que celui de la propulsion tels que l'alimentation des moteurs de diques, de pompes de caisson etc., de chargement, le tableau de commande doit assurer une protection en tenant compte des surcharges dans les circuits d'auxiliaires conformément au chapitre XIII (Quatrième partie), et être muni de dispositifs assurant un réglage approprié de la tension, et dans le cas du courant alternatif, de la tension et de la fréquence.

19 34 Circuits d'excitation

- a)* Les circuits d'excitation ne doivent pas comporter de dispositifs de coupure automatique en dehors de ceux qui assurent la protection contre les courts-circuits ou les défauts sur une phase dans le circuit principal de propulsion. En pareil cas, l'interrupteur d'excitation doit comporter une résistance de décharge appropriée en l'absence d'une résistance de décharge raccordée à demeure.
- b)* Dans les installations à courant continu, l'aménagement des circuits d'excitation des génératrices et moteurs doit être tel que, si le circuit d'excitation du moteur est ouvert par un interrupteur ou contacteur, le circuit d'excitation de la génératrice soit ouvert simultanément ou la tension de la génératrice ramenée immédiatement à zéro.

19 35 Commande des accouplements électromagnétiques

- a)* Les dispositifs de commande des accouplements électromagnétiques doivent être situés de façon à assurer la commande appropriée en fonctionnement, la sécurité de l'opérateur et du matériel et la facilité de la commande manuelle. Ces appareils de commande peuvent être combinés avec la commande de la vitesse et du sens de marche du moteur primaire.
- b)* La commande de l'accouplement électromagnétique doit comporter un interrupteur bipolaire, une protection contre les courts-circuits et un ampèremètre dans le circuit d'excitation de l'accouplement.
- c)* La commande doit comporter une résistance de décharge pour service intensif, commandée par un dispositif de fermeture et de coupure à action directe ou par un redresseur à semiconducteurs de caractéristiques appropriées, en permanence en circuit.
- d)* La commande doit comporter un verrouillage empêchant de mettre sous tension l'accouplement lorsque les leviers de commande du moteur primaire ne sont pas en position correcte.

LIMITES D'ÉCHAUFFEMENTS

19 36 Échauffements des installations de propulsion

Les génératrices et moteurs de propulsion ainsi que tous les appareils auxiliaires assurant leur excitation ou leur commande ne doivent pas dépasser les limites d'échauffement indiquées à l'article 18 12 lorsqu'ils fonctionnent en service continu dans les conditions de charge nominale.

ESSAIS

19 37 Essais au point fixe et à la mer

Il est procédé à des essais au point fixe et à la mer de durée suffisante de façon à s'assurer, dans toute la mesure du possible, que toutes les machines de propulsion fonctionnent de façon satisfaisante.

ii) For d c systems

An earth-leakage detector should be provided and may consist of an earth-leakage detector voltmeter or earth-leakage detector lamps. Provision should be made for protection against severe overloads, excessive currents, and electrical faults, likely to result in damage to the plant.

- h)* If the propulsion generator is used for the purposes other than propulsion, such as dredging, cargo oil-pumps etc., overload protection in the auxiliary circuit in accordance with Chapter XIII (Part 4), and means for providing proper voltage adjustments, and for a c systems, voltage and frequency adjustments should be provided at the control board.

19 34 Exciter circuits

- a)* In excitation circuits there should be no automatic circuit-opening devices except those affording short-circuit or phase-failure protection for the main propulsion circuit. In such cases, the field switch should be provided with an adequate discharge resistor unless a permanent discharge resistor is provided.
- b)* For d c systems, arrangements for generator and motor excitation should be such that, if the motor excitation circuit is opened by a switch or contactor, the generator excitation is simultaneously opened or the generator voltage is immediately reduced to zero.

19 35 Controls for electric slip couplings

- a)* The control equipment for electric slip couplings should be conveniently situated to provide for adequate operational control, safety for the operator and equipment and ease of manual operation, such control equipment may be combined with the prime-mover speed and reversing control.
- b)* Electric slip coupling control should include a double-pole disconnecting switch, short-circuit protection, and an ammeter for the coupling excitation circuit.
- c)* The control should include a heavy-duty-cycle discharge resistor applied by a positive-making-and-breaking device or by a permanently connected semiconductor rectifier of adequate rating.
- d)* The control should include interlocking arrangements to prevent energizing the coupling when the prime-mover control levers are in an incorrect position.

LIMITS OF TEMPERATURE RISE

19 36 Temperature rises for propulsion equipment

Propulsion generators, motors and all auxiliary machines required for their excitation or control when operated continuously under rated load conditions should have temperature rises not exceeding the limits given in Clause 18 12.

TRIALS

19 37 Dock and sea trials

Dock and sea trials of sufficient duration should be made to prove, as far as practicable, that all propulsion machinery functions satisfactorily.

CHAPITRE XX — NAVIRES CITERNES

20 00 Définitions

a) *Navire citerne*

Un navire citerne est un navire de charge de haute mer construit ou adapté pour le transport en vrac de cargaisons liquides de nature inflammable

Note — Suivant la nature de la cargaison les types ci après de navires citernes sont à considérer :

- i) Pétroliers pour le transport en vrac de cargaisons d'hydrocarbures ayant un point d'éclair (essai en coupelle fermée) inférieur ou égal à 65 °C
- ii) Pétroliers pour le transport en vrac de cargaisons d'hydrocarbures ayant un point d'éclair (essai en coupelle fermée) supérieur à 65 °C
- iii) Navires citernes pour le transport en vrac d'autres cargaisons liquides inflammables

b) *Emplacements dangereux à bord des navires citernes*

Les emplacements dangereux à bord d'un navire citerne sont tous ceux où l'on peut normalement estimer que des vapeurs ou des gaz inflammables ou explosifs peuvent s'accumuler

A bord des pétroliers mentionnés en a) i) ci-dessus ces emplacements comprennent :

- i) Les citernes de cargaison,
- ii) Les cofferdams adjacents aux citernes de cargaison,
- iii) Les chambres des pompes de cargaison;
- iv) Les espaces fermés ou partiellement fermés situés immédiatement au-dessus des citernes de cargaison (par exemple entreponts),
- v) Les espaces fermés ou partiellement fermés situés immédiatement au-dessus des chambres de pompes de cargaison ou au-dessus de cofferdams verticaux adjacents à des citernes de cargaison,
- vi) Les espaces, autres que des cofferdams, adjacents à une citerne de cargaison et situés au-dessous du plafond de celle-ci (par exemple tunnels, couloirs, et cales),
- vii) Les zones situées sur ponts découverts, ou à l'intérieur d'espaces partiellement fermés sur le pont des citernes de cargaison, et situées à moins de 3 m (10 ft) de tout orifice de citernes de cargaison, ou de tout dégagement de gaz ou de vapeur,
- viii) Les compartiments à manches de chargement

Note — Lorsqu'il est utilisé des moyens mécaniques pour le dégazage des citernes de cargaison, il doit être tenu compte des dangers susceptibles de se produire dans la zone contenant le mélange de gaz et d'air produit par le fonctionnement de ces dispositifs. Les limites de ces zones sont déterminées par la configuration des systèmes d'évacuation de chaque installation prise individuellement et de ce fait il ne peut pas être appliqué de règle générale

20 01 Domaine d'application

Les recommandations du présent chapitre s'appliquent essentiellement aux pétroliers destinés au transport en vrac de cargaisons d'hydrocarbures ayant un point d'éclair (essai en coupelle fermée) inférieur ou égal à 65 °C

Les recommandations figurant dans les autres chapitres de la Publication 92 sont également applicables aux pétroliers, sauf exceptions mentionnées au présent chapitre

CHAPTER XX — TANKERS

20 00 Definitions

a) *Tanker*

A tanker is an ocean-going cargo ship constructed or adapted for the carriage in bulk of liquid cargoes of a flammable nature

Note — According to the nature of the cargo the following types of tankers are considered :

- i) Oil tankers for the carriage in bulk of oil cargoes having a flashpoint (closed test) of 65 °C or less
- ii) Oil tankers for the carriage in bulk of oil cargoes having a flashpoint (closed test) in excess of 65 °C
- iii) Tankers for the carriage in bulk of other flammable liquid cargoes

b) *Dangerous spaces in tankers*

Dangerous spaces in a tanker are all those where flammable or explosive vapours or gases may normally be expected to accumulate

In tankers considered under a) i) above, these spaces include

- i) Cargo tanks,
- ii) Cofferdams adjoining cargo tanks,
- iii) Cargo pump-rooms,
- iv) Enclosed or semi-enclosed spaces immediately above cargo tanks (e.g. between decks),
- v) Enclosed or semi-enclosed spaces immediately above cargo pump-rooms or above vertical cofferdams adjacent to cargo tanks,
- vi) Spaces, other than cofferdams, adjacent to and below the top of a cargo tank (e.g. trunks, passageways and holds),
- vii) Zones on open deck, or within semi-enclosed spaces on cargo tank deck, and within at least 3 m (10 ft) of any oil tank outlet or vapour outlet,
- viii) Compartments for cargo hoses

Note — Where mechanical means of gas-freeing cargo tanks are used, due consideration should be given to the dangers likely to arise in the zones of flammable gas/air mixture created when this equipment is operating. The boundaries of the zones are determined by the configuration of the exhaust system of each installation individually and hence no general rule can be applied

20 01 Scope

The recommendations in this Chapter apply essentially to oil tankers for the carriage in bulk of oil cargoes having a flashpoint (closed test) of 65 °C or less

The recommendations in other sections of I E C Publication 92 also apply to tankers, except as qualified in this Chapter

20 02 Matériel antidéflagrant ou à sécurité intrinsèque

- a) Le matériel antidéflagrant doit répondre aux prescriptions de la Publication 79 de la C E I Recommandations pour la construction des carteris antidéflagrants d'appareils électriques, et être approprié aux gaz et vapeurs auxquels il peut être soumis
- b) Il est reconnu que quelques spécifications nationales existent concernant le matériel à sécurité intrinsèque. En l'absence d'une publication de la C E I pour un tel matériel et les circuits correspondants, ces spécifications seront à prendre en considération pour l'emploi limité de ce matériel dans les espaces dangereux

20 03 Systèmes d'alimentation pour le service du navire

Voir chapitres V et VI de la Publication 92 de la C E I, Première partie

Les systèmes avec retour par la coque ne sont pas autorisés

20 04 Circuits force et distribution

La station génératrice, les tableaux et les batteries d'accumulateurs doivent être séparés des citernes de cargaison par des cofferdams ou par des espaces équivalents, et des chambres de pompes de cargaison par des cloisons étanches aux hydrocarbures et aux gaz

20 05 Espaces interdits à l'installation d'équipement électrique

Il ne doit être installé dans un espace dangereux ni matériel électrique ni câblage. Si ceci est imposé par des conditions d'exploitation, les exceptions suivantes peuvent être prises en considération

- a) *Cofferdams adjacents aux citernes de cargaison*
 - i) Appareils électriques de sondage, hermétiquement fermés, les câbles correspondants étant installés dans des tuyaux d'acier de forte épaisseur avec des joints étanches aux gaz jusqu'au pont principal
 - ii) Lorsque des systèmes de protection cathodique à courant imposé sont installés (protection extérieure de la coque uniquement) et s'il est nécessaire que les câbles traversent des cofferdams, ces câbles doivent être installés dans des conduits d'acier de forte épaisseur avec joints étanches aux gaz jusqu'au pont principal
- b) *Chambres des pompes de cargaison*
 - i) Equipements électriques installés comme à l'alinéa a) ci-dessus
 - ii) Appareils d'éclairage antidéflagrants disposés sur au moins deux circuits terminaux indépendants. Tous les interrupteurs et dispositifs de protection correspondants doivent interrompre tous les conducteurs et être installés dans un espace non dangereux. Les lampes, interrupteurs et dispositifs de protection doivent être munis de plaques indicatrices permettant de les identifier (voir également article 20 06)
 - iii) Lorsqu'il est nécessaire de faire passer par des entrées de locaux de pompes de cargaison des câbles autres que ceux alimentant l'éclairage dans ces conditions définies à l'alinéa ii) ci-dessus, ces câbles doivent être installés dans des tuyaux d'acier de fort diamètre avec joints étanches aux gaz

20 02 Flameproof or intrinsically safe equipment

- a) Flameproof equipment should be in accordance with I E C Publication 79, Recommendations for the Construction of Flameproof Enclosures of Electrical Apparatus, and suitable for the gases and vapours involved
- b) It is acknowledged that some national specifications exist for intrinsically safe equipment. Due regard should be given to such specifications in the absence of an I E C Publication for such equipment and the associated circuits. Such equipment may be considered for limited use in dangerous spaces

20 03 Ship service systems of supply

See Chapters V and VI of I E C Publication 92, Part 1

Hull return systems should not be permitted

20 04 Power supply and distribution

The generating plant, switchboards and batteries should be separated from cargo tanks by cofferdams or equivalent spaces and from cargo pump-rooms by oil and gas-tight bulkheads

20 05 Spaces in which electrical equipment should not be installed

Electrical equipment and wiring should not be installed in any dangerous space. If essential for operational purposes, the following exceptions may be considered:

- a) *Cofferdams adjoining cargo tanks*
 - i) Electric depth sounding devices hermetically enclosed with cables installed in heavy gauge steel pipes with gas-tight joints up to the main deck
 - ii) Where impressed current cathodic protection systems are fitted (external hull protection only) and if it is essential for the cables to pass through cofferdams, these cables should be installed in heavy gauge steel pipes with gas-tight joints up to the main deck
- b) *Cargo pump-rooms*
 - i) Electrical devices installed as in Item a) above
 - ii) Flameproof lighting fittings arranged on at least two independent final branch circuits. All switches and protective devices are to interrupt all lines or phases and are to be located in a non-dangerous space. The lamps, switches and protective devices should be suitably labelled for identification purposes. (See also Clause 20 06)
 - iii) Where it is necessary for cables other than those supplying the lighting, as provided in Item ii) above, to pass through cargo pump-room entrances, they should be installed in heavy gauge steel pipes with gas-tight joints