

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

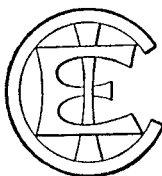
1965

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 Varembé

Genève, Suisse

Withdrawn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
Australie
Belgique
Canada
Corée (République de)
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
France
Italie

Japon
Norvège
Pays-Bas
Pologne
Royaume-Uni
Suède
Tchécoslovaquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Withdrawn

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
Belgium
Canada
Czechoslovakia
Denmark
France
Germany
Italy
Japan

Korea (Republic of)
Netherlands
Norway
Poland
Sweden
Union of Soviet Socialist Republics
United Kingdom
United States of America

Withdrawn

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				
Par air	A	E	B	F	H
	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 ~

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, 1 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 $\sim$

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 1, basés sur les températures ambiantes spécifiées à l'article 17 08 et fonctionner normalement dans l'armoie 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