

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 92-4

Deuxième édition — Second edition

1965

Installations électriques à bord des navires

Quatrième partie Appareillage, protection électrique, distribution et appareils de commande

Electrical installations in ships

Part 4 Switchgear, electrical protection, distribution and controlgear



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Withdrawn

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 92-4

Deuxième édition — Second edition

1965

Installations électriques à bord des navires

Quatrième partie · Appareillage, protection électrique, distribution et appareils de commande

Electrical installations in ships

Part 4 Switchgear, electrical protection, distribution and controlgear



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Page
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Avant-propos	8
CHAPITRE XII — APPAREILLAGE ET TABLEAUX	10
Définitions	10
Tableaux principaux et de secours	12
Prescriptions particulières aux tableaux divisionnaires et panneaux de distribution	18
Appareillage	20
Appareils de mesure	20
CHAPITRE XIII — PROTECTION ÉLECTRIQUE	24
Définitions	24
Section Un — Protection contre les surcharges et les courts-circuits	24
Section Deux — Protection à retour de puissance ou de courant	36
Section Trois — Protection à manque de tension	36
CHAPITRE XIV — DISTRIBUTION	40
CHAPITRE XV — APPAREILS DE COMMANDE, DÉMARREURS DE MOTEURS, FREINS ET EMBRAYAGES MAGNÉTIQUES	52
INDEX	64

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Introduction	9
CHAPTER XII — SWITCHGEAR, SWITCHBOARDS, SECTION BOARDS AND DISTRIBUTION BOARDS	11
Definitions	11
Main and emergency switchboards	13
Special requirements for section and distribution boards	19
Switchgear and fusegear	21
Measuring instruments	21
CHAPTER XIII — ELECTRICAL PROTECTION	25
Definitions	25
Section One — Protection against overload and short-circuit	25
Section Two — Reverse power and reverse current protection	37
Section Three — Under-voltage protection	37
CHAPTER XIV — DISTRIBUTION	41
CHAPTER XV — CONTROL GEAR, MOTOR STARTERS AND MAGNETIC BRAKES AND CLUTCHES	53
INDEX	65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A BORD DES NAVIRES

Quatrième partie : Appareillage, protection électrique, distribution et appareils de commande

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 semi-conducteurs, 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 Quatrième partie. Les autres parties, la 1^{re}, 2^e, 3^e, 5^e et 6^e constitueront respectivement les Publication 92-1, 92-2, 92-3, 92-5 et 92-6 de la C E I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 4 : Switchgear, electrical protection, distribution and controlgear

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 of 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 I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C 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 I E C 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 I E C 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 Installation)
- 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 and Tankers
- Part 6 Accessories, Lighting, Accumulator (Storage) Batteries, Heating and Cooking Appliances, Internal Communications, Lightning Conductors

The present booklet contains Part 4. Parts 1 to 3 and Parts 5 and 6 will be issued as I E C Publications 92-1, 92-2, 92-3, 92-5 and 92-6 respectively.

La Quatrième partie a été complétée à Stockholm en 1961 et le projet en a été soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en mai 1962

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

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

Withdrawn

Part 4 was completed at Stockholm in 1961 and the draft was circulated to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in May 1962

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 4 :

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Norway
Czechoslovakia	Poland
Denmark	Sweden
France	Union of Soviet Socialist Republics
Germany	United Kingdom
Italy	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 enseigner des personnes non averties.

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

En outre, le Comité d'Etudes 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 CEI existantes, dans la mesure où les recommandations correspondantes intéressent les travaux du Comité d'Etudes 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. Ship-builders, 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 his 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 ship-builder, 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 IEC 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 IEC Publications or due to amendments made by other Committees to existing IEC 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

Quatrième Partie: Appareillage, protection électrique, distribution et appareils de commande

CHAPITRE XII — APPAREILLAGE ET TABLEAUX

12 01 Définitions

Pour les définitions des termes généraux figurant dans les présentes recommandations, il a lieu de se reporter au Vocabulaire Electrotechnique International (Publication 50 de la CEI)

a) Panneau de distribution

Un panneau de distribution est un ensemble comprenant un ou plusieurs dispositifs de protection contre les surcharges et assurant la distribution de l'énergie électrique à des circuits terminaux (voir *s*)) dont le courant nominal ne dépasse pas 16 A

b) Tableau divisionnaire

Un tableau divisionnaire est un tableau destiné à commander l'alimentation en énergie électrique d'autres tableaux divisionnaires, de panneaux de distribution ou d'appareils consommant normalement plus de 16 A

Un tableau divisionnaire peut être alimenté par un tableau principal, un tableau de secours ou un autre tableau divisionnaire

c) Interrupteur combiné avec un coupe-circuit

Un interrupteur combiné avec un coupe-circuit est un ensemble comprenant un interrupteur et un ou plusieurs coupe-circuit à fusibles, ceux-ci n'étant pas montés sur la partie mobile de l'interrupteur

d) Sectionneur

Un sectionneur est un appareil servant à fermer et ouvrir, non automatiquement, un circuit qui n'est pas en charge

e) Tableau protégé

Un tableau protégé est un tableau ne présentant pas de parties sous tension accessibles sur l'avant

f) Tableau ouvert

Un tableau ouvert est un tableau dont les parties de l'appareillage sous tension ne sont pas munies de couvercles de protection

g) Tableau fermé

Un tableau fermé est un tableau sans parties sous tension accessibles

h) Appareillage

Un appareillage est une dénomination collective des appareils destinés au fonctionnement, au réglage et à la commande des installations électriques

i) A déclenchement libre

Un disjoncteur est dit à déclenchement libre si l'opération de déclenchement peut l'emporter sur l'opération de fermeture lorsque les contacts sont dans une position telle que le circuit principal est complètement fermé (c'est-à-dire soit que les contacts se touchent, soit qu'un arc soit amorcé entre eux)

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 4: Switchgear, electrical protection, distribution and controgear

CHAPTER XII — SWITCHGEAR, SWITCHBOARDS, SECTION BOARDS AND DISTRIBUTION BOARDS

12 01 Definitions

For the definitions of general terms used in these Recommendations reference should be made to the International Electrotechnical Vocabulary (See IEC Publication 50)

a) Distribution board (U S Panel board)

A distribution board is an assembly of one or more overload protective devices, arranged for the distribution of electrical energy to final sub-circuits (see *g*), rated at not more than 16 A

b) Section Board (U S Distribution panel)

A Section Board is a switchboard for controlling the supply of electrical energy to other section boards, distribution boards, or devices normally consuming more than 16 A

A section board may obtain its supply from a main switchboard, an emergency switchboard, or another section board

c) Switch-and-fuse

A switch-and-fuse is a unit comprising a switch and one or more fuses, the fuses not being carried on the moving part of the switch

d) Switch, Isolating

An isolating switch is a switch for making and breaking, non-automatically, a circuit, when it is not on load

e) Switchboard, Dead-front

A dead-front switchboard is a switchboard having no exposed live parts at the front

f) Switchboard, Open-type

An open-type switchboard is a switchboard in which the current-carrying parts of the switchgear are not provided with protecting covers

g) Totally enclosed switchboard

A totally enclosed switchboard is a switchboard having no accessible live parts

h) Switchgear

A switchgear is a general term applicable to apparatus for the operation, regulation and control of electrical installations

i) Trip-free

A circuit-breaker is trip-free if the tripping operation can prevail over the closing operation when the contacts are in a position such that the main circuit is completed (i.e. either because the contacts touch or because of an arc between them)

j) Coupe-circuit à fusibles

Un coupe-circuit à fusibles est un dispositif qui, grâce à la fusion d'un ou plusieurs de ses éléments spécialement étudiés et dimensionnés, ouvre le circuit dans lequel il est inséré lorsque le courant qui le parcourt dépasse une certaine valeur pendant un temps déterminé. Le coupe-circuit comprend toutes les parties qui constituent le dispositif complet.

k) Élément de remplacement

Un élément de remplacement est une partie d'un coupe-circuit dont on doit effectuer le remplacement après fusion pour procéder à la remise en service. Il comprend le fusible et son enveloppe éventuelle et peut être relié aux contacts du porte-fusible, s'il en existe un, ou au cas contraire, être mis directement en liaison avec les contacts du socle.

l) Cartouche

Une cartouche est un élément de remplacement comportant une enveloppe généralement cylindrique et munie à ses deux extrémités de contacts métalliques dont la forme diffère suivant le type de court-circuit.

m) Coupe-circuit à indicateur de fusion

Un coupe-circuit à indicateur de fusion est un coupe-circuit muni d'un dispositif placé sur l'élément de remplacement et qui signale que la fusion du fusible a ouvert le circuit.

n) Coupe-circuit à fusion enfermée

Un coupe-circuit à fusion enfermée est un coupe-circuit dont le fusible est enfermé de telle façon que, lors de la fusion, il ne puisse pas se produire de phénomène extérieur nuisible aux personnes ou aux objets se trouvant à son voisinage immédiat.

o) Coupe-circuit à fusion semi-enfermée

Un coupe-circuit à fusion semi-enfermée est un coupe-circuit dans lequel l'amoçage d'un arc, un dégagement de gaz et l'expulsion de flammes ou de particules métalliques dus à la fusion sont réduits de façon à limiter les risques pour les personnes.

p) Coupe-circuit à remplissage

Un coupe-circuit à remplissage est un coupe-circuit dans lequel l'extinction de l'arc se produit dans une matière pulvérulente, granuleuse ou fibreuse.

q) Coupe-circuit calibré

Un coupe-circuit calibré est un coupe-circuit étudié et dimensionné de façon à ne pouvoir recevoir que des éléments de remplacement d'un type préalablement déterminé et dont le courant nominal ne dépasse pas une valeur fixée, et muni d'un dispositif empêchant l'utilisateur d'y introduire par erreur un élément de remplacement de courant nominal plus élevé.

r) Interrupteur à coupe-circuit

Un interrupteur à coupe-circuit est un interrupteur dont la partie mobile porte un ou plusieurs éléments de remplacement (voir c) et k)).

s) Circuit terminal

Un circuit terminal est une partie d'un réseau situé au-delà du dernier dispositif automatique de protection contre les surcharges ou les surintensités.

j) *Fuse*

A fuse is a device that, by the fusion of one or more of its specially designed and proportioned components, opens the circuit in which it is inserted when the current through it exceeds a given value for a sufficient time. The fuse comprises all the parts that form the complete device.

k) *Fuse-link*

A fuse-link is that part which requires replacement after the fuse has operated and before the fuse is put back into service, and which comprises the fuse-element and a container, if any, and is capable of being connected to the fuse-carrier contacts, if any, or otherwise of engaging directly with the fuse-base contacts.

l) *Cartridge fuse-link* (abbrev. *Cartridge*)

A cartridge fuse-link is a fuse-link having an insulating enclosure, usually cylindrical, provided at its two ends with metal contacts, the shape of which varies according to the type of fuse.

m) *Indicating fuse*

Indicating fuse is a fuse incorporating a device on the fuse-link to indicate that the fuse has opened the circuit.

n) *Fuse with enclosed element* (commonly known as *enclosed fuse*)

A fuse with enclosed element (enclosed fuse) is a fuse in which the fuse-element is totally enclosed in such a way that at the time of operation it cannot produce any external effect harmful to persons or objects in the immediate vicinity.

o) *Fuse with semi-enclosed element* (commonly known as *semi-enclosed fuse*)

A fuse with semi-enclosed element (semi-enclosed fuse) is a fuse in which the development of an arc, the release of gas, and the ejection of flame or metal particles caused by operation are so controlled as to limit danger to persons.

p) *Filled fuse*

A filled fuse is a fuse in which the arc is extinguished in a powdered, granular, or fibrous substance.

q) *Non-interchangeable fuse*

A non-interchangeable fuse is a fuse so designed and proportioned as to accept only a fuse-link of a predetermined type and of a rated current not exceeding a certain value, and provided with a means to make it impossible for the user accidentally to insert a fuse-link of any higher rated current.

r) *Fuse-switch*

A fuse-switch is a switch, the moving part of which carries one or more fuse-links (see c) and k)).

s) *Final sub-circuit* (*U S Branch circuit*)

A final sub-circuit is that portion of a wiring system extending beyond the final automatic overload or overcurrent protective device.

TABLEAUX PRINCIPAUX ET DE SECOURS

Note — Les articles 12 02 à 12 11 ci-dessous s'appliquent essentiellement aux tableaux principaux et de secours, mais aussi dans la mesure applicable, aux tableaux divisionnaires et aux panneaux de distribution sous réserve des dispositions des articles 12 12 à 12 16

12 02 Construction

- Les tableaux doivent être de construction robuste et durable et pouvoir résister aux contraintes mécaniques qui peuvent résulter de courts-circuits
- Si des éléments de construction sont en aluminium, il y a lieu de prendre des mesures pour leur fixation aux châssis en acier de façon à empêcher la corrosion électrolytique
- Dans le cas où la tension entre pôles ou par rapport à la masse dépasse 55 V en courant alternatif ou 250 V en courant continu, on doit toujours utiliser des tableaux protégés
- Les parties sous tension doivent être séparées des parties de polarité opposée et des parties métalliques mises à la masse, par un écartement ou des écrans tels qu'un arc ne puisse s'amorcer. Elles doivent être disposées de façon que les lignes de fuite aient la valeur appropriée
- Toutes les parties, y compris les connexions, doivent être d'un accès facile en vue des visites, travaux d'entretien ou remplacements (voir également Chapitre II, 1^{re} partie)

12 03 Matières isolantes

Les matières isolantes utilisées pour la construction des tableaux doivent être durables, robustes au point de vue mécanique, non propagatrices de la flamme, résistantes à l'humidité et présenter des qualités isolantes satisfaisantes

Lorsqu'on utilise des matières semi-isolantes telles que le marbre ou l'ardoise, toutes les parties conductrices situées sur chaque pôle isolé doivent être isolées du panneau par des douilles et des rondelles en mica ou en un autre isolant non propagateur de la flamme et résistant à l'humidité

12 04 Barres, etc

Les barres et leurs connexions doivent être en cuivre, sauf spécification contraire. Toutes les connexions doivent être exécutées de façon à empêcher la corrosion dans toute la mesure du possible. Les barres doivent pouvoir résister aux contraintes mécaniques que peuvent entraîner les courts-circuits.

La section des parties sous tension doit être telle qu'elles ne dépassent pas l'échauffement maximal admissible lorsqu'elles sont parcourues par le courant à pleine charge. L'échauffement maximal admissible pour les conducteurs nus est de 40°C.

12 05 Conducteurs d'équilibre et interrupteur correspondant

Le courant que doit pouvoir supporter le conducteur d'équilibre et l'interrupteur correspondant des génératrices de courant continu doit être au moins égal à la moitié du courant nominal à pleine charge de la génératrice intéressée. Le courant que doivent pouvoir supporter les barres d'équilibre doit être au moins égal à la moitié du courant nominal à pleine charge de la génératrice la plus puissante du groupe.

12 06 Couleurs distinctives

a) Couleurs distinctives en courant continu

Les parties nues sous tension et de polarité différente doivent être clairement repérées par des couleurs distinctives. Les couleurs suivantes sont recommandées pour les tableaux de courant continu.

<i>Rouge</i>	pour le pôle positif,
<i>Bleu</i>	pour le pôle négatif,
<i>Blanc</i>	pour le compensateur,
<i>Noir</i>	pour les connexions de masse

MAIN AND EMERGENCY SWITCHBOARDS

Note — Clauses 12 02-12 11 below apply chiefly to main and emergency switchboards, but also where appropriate, to section and distribution boards, except in so far as they are qualified by Clauses 12 12-12 16

12 02 Construction

- a) Switchboards should be of solid and durable construction and should be capable of withstanding mechanical stresses which may arise from short-circuits
- b) If structural parts are of aluminium, suitable precautions should be taken to attach them to the steel structure in such a manner that the electrolytical corrosion is inhibited
- c) For voltages between poles, or to earth, above 55 V a.c. or 250 V d.c. dead-front switchboards should always be used
- d) Live parts should be mounted at such a distance from, or shielded from, parts of opposite polarity and earthed metal, in such a way that an arc cannot occur and that the length of creepage path is adequate
- e) All the parts, including connections, should be readily accessible for inspection, maintenance, or replacement (see also Chapter II, Part I)

12 03 Insulating materials

Insulating material used in the construction of switchboards should be durable and mechanically strong, flame-retardant, moisture resistant, and of satisfactory insulating qualities

Where semi-insulating materials such as marble or slate are used, all conducting parts on each insulated pole should be insulated from the panel with bushes and washers of mica or other flame-retardant and moisture-resistant insulating material

12 04 Busbars, etc

Busbars and their connections should be of copper unless otherwise specified. All connections should be so made as to inhibit corrosion as far as possible. Busbars should be strengthened to withstand mechanical stresses which may arise from short-circuits

The cross-sectional area of current-carrying parts should be such that the maximum permissible temperature rise is not exceeded when the parts are carrying their full-load current. The maximum permissible temperature rise for bare conductors is 40°C

12 05 Equalizer connections and equalizer switch

The current rating of the equalizer switch and equalizer connection for d.c. generators should be not less than half the rated full-load current of the generator. The rating of equalizer busbars should not be less than half the rated full-load current of the largest generator in the group

12 06 Distinguishing colours

a) *Distinguishing colours for d.c.*

Bare current-carrying parts of differing polarity should be clearly marked with distinguishing colours. The following colours are recommended for d.c. switchboards

<i>Red</i>	for positive pole,
<i>Blue</i>	for negative pole,
<i>White</i>	for middle wire,
<i>Black</i>	for earth connections

Le conducteur d'équilibre doit être repéré par des bandes blanches superposées à la couleur appropriée indiquée ci-dessus

b) Couleurs distinctives en courant alternatif

Les parties nues, sous tension et de phase différente doivent être clairement repérées par des couleurs distinctives. Les couleurs suivantes sont recommandées pour les tableaux de courant alternatif

<i>Vert</i>	pour la phase 1,
<i>Jaune</i>	pour la phase 2,
<i>Brun</i> ou <i>Violet</i>	pour la phase 3,
<i>Gris</i>	
<i>Noir</i>	pour le neutre isolé,
	pour les connexions de masse

Note — La suite des couleurs indiquées ci-dessus n'implique pas internationalement la séquence des phases dans le temps

12 07 Entrées de câbles, etc

Les entrées de câbles, tubes et conduits doivent être conformes aux recommandations de la Troisième Partie, Chapitre XI. Les entrées de câbles doivent être adaptées au type de construction du tableau, etc., auquel le conducteur est raccordé.

12 08 Plaques indicatrices

Tous les appareils, appareils de mesure et poignées de commande doivent être munis de plaques indicatrices constituées d'un matériau durable et non propagateur de la flamme et porter des indications lisibles et indélébiles. Elles doivent comporter l'indication du courant nominal des coupes-circuit et du courant de réglage des dispositifs de protection réglables.

12 09 Tapis isolants

Lorsque la tension dépasse 50 V au cours du fonctionnement ou des travaux de visite ou d'entretien, on doit prévoir un tapis isolant ou un caillebotis en bois imprégné.

12 10 Dispositions des tableaux

a) Tout tableau principal ou de secours doit être muni d'une main courante installée devant le tableau. Lorsque le tableau est du type ouvert, la main courante doit être non conductrice.

Note — Il est recommandé d'aménager le parquet devant le tableau de façon que sa surface soit anti-dérapante.

b) On doit aménager devant la main courante un passage libre d'au moins 1 m (3 ft) de largeur.

Note — A bord des petits navires, on peut réduire la largeur de l'espace libre sous réserve de l'accord de l'autorité compétente.

c) Lorsqu'un espace est ménagé à l'arrière d'un tableau principal ou de secours, il doit avoir des dimensions suffisantes pour permettre l'entretien, en général d'au moins 0,6 m (24 in) entièrement dégagé, on peut toutefois réduire la largeur à 0,5 m (18 in) au droit des cornières de renfort et des membrures. On doit installer une main courante isolée sur l'arrière du tableau. Les passages à l'arrière des tableaux principaux doivent être d'une hauteur suffisante et, dans la mesure permise, munis à chaque extrémité d'une porte d'accès, pourvue d'une serrure extérieure qui puisse être ouverte en tout temps de l'intérieur. Ces portes d'accès doivent porter en permanence l'indication bien visible de la tension maximale.

d) En plus des prescriptions applicables de la Première Partie, Chapitre II, les tableaux doivent être installés de façon que, sauf impossibilité, il n'y ait pas au-dessus d'eux dans le même compartiment de tuyaux ou de réservoirs, si cela n'est pas possible, les tuyaux ne doivent pas comporter de joints dans ces emplacements.

The equalizer connection should be marked by white bands in addition to the appropriate colour as given above

b) Distinguishing colours for a c

Bare current-carrying parts of different phases should be clearly marked with distinguishing colours. The following colours are recommended for a c switchboards

<i>Green</i>	for phase 1,
<i>Yellow</i>	for phase 2,
<i>Brown</i>	} for phase 3,
<i>or</i>	
<i>Violet</i>	
<i>Grey</i>	for insulated neutral,
<i>Black</i>	for earth connections

Note — The sequence of the colours indicated above does not internationally imply any phase time-sequence

12 07 Cable-entries, etc

Cable-entries, ducts and conduits should comply with the recommendations of Part 3, Chapter XI. Cable-entries should be suitable for the method of construction of the switchboard etc., to which the cable is connected

12 08 Labels

All apparatus, instruments, and operating handles should be provided with labels of durable flame-retardant material, bearing clear and indelible indications. The rating of fuses and settings of adjustable protective devices should be indicated

12 09 Insulating mats

When the voltage exceeds 50 V during operation, inspection or maintenance, an insulating mat or a grating of impregnated wood should be provided

12 10 Position and arrangements of switchboards

a) Every main and emergency switchboard should be provided with a handrail fitted in front of the panel, and where the switchboard is of the open type, the handrail should be non-conducting

Note — It is recommended that the platform in front of switchboards should have a non-slip surface

b) An unobstructed passage-way not less than 1 m (3 ft) wide should be provided in front of the handrail

Note — For small ships, the unobstructed space may be reduced subject to agreement by the appropriate authority

c) When a space is provided at the rear of main and emergency switchboards, it should be ample to permit maintenance, and in general not less than 0.6 m (24 in) in the clear, except that the width may be reduced to 0.5 m (18 in) in way of stiffeners and frames. An insulated handrail should be fitted behind the board. Passage-ways behind main switchboards should be of ample height and should, where practicable, be provided at each end with an access door, fitted with an external lock, which can at all time be opened from the interior. These access doors should carry a permanent and prominent indication of the maximum voltage

d) In addition to complying with the appropriate requirements of Part 1, Chapter II, switchboards should be so installed that, unless this is unavoidable, no pipes or tanks are above them within the same space. Where this is unavoidable, pipes shall be without joints in such positions

12 11 Essais

Avant leur mise en place, les tableaux complets avec tous leurs éléments doivent subir les essais suivants. On effectue un essai diélectrique sur tous les appareils de coupure et de commande destinés à des réseaux de 60 à 500 V en appliquant une tension alternative de 1 000 V plus deux fois la tension nominale à une fréquence de 25 à 100 Hz pendant 1 minute entre les parties normalement sous tension reliées entre elles pour l'essai et la masse, ainsi qu'entre les parties normalement sous tension et de polarités différentes. Dans le cas des réseaux de tension égale ou inférieure à 60 V, l'essai est effectué en appliquant une tension de 500 V pendant 1 minute.

Immédiatement après l'essai diélectrique, on mesure la résistance d'isolement entre les parties normalement sous tension reliées entre elles pour l'essai, ainsi qu'entre les parties normalement sous tension et de polarité différentes. La résistance d'isolement mesurée ne doit pas être inférieure à 1 mégohm lorsque la mesure est effectuée sous un courant continu de tension au moins égale à 500 V.

Note — Les appareils de mesure et autres appareils auxiliaires peuvent être mis hors circuit pour l'exécution de l'essai diélectrique et être essayés à part en conformité avec les prescriptions des normes qui leur sont applicables.

PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES AUX TABLEAUX DIVISIONNAIRES ET PANNEAUX DE DISTRIBUTION

12 12 Généralités

Les tableaux divisionnaires et panneaux de distribution doivent satisfaire aux recommandations pour les tableaux principaux spécifiées aux articles 12 02 à 12 11 ci-dessus, dans la mesure où elles leur sont applicables. Les prescriptions particulières aux tableaux divisionnaires et panneaux de distribution font l'objet des articles 12 13 à 12 16 ci-dessous.

12 13 Construction des tableaux divisionnaires et panneaux de distribution

- a) Toutes les connexions doivent être d'un accès facile. Le remplacement des pièces ne doit pas nécessiter l'enlèvement de l'enveloppe ni le débranchement de conducteurs.
- b) Si les barres d'un tableau divisionnaire ou d'un panneau de distribution sont en série avec un autre tableau ou panneau, leur section doit leur permettre de supporter la charge maximale des conducteurs d'alimentation.

12 14 Emplacement des tableaux divisionnaires et panneaux de distribution

Les tableaux divisionnaires et panneaux de distribution doivent être accessibles en tout temps au personnel autorisé. Ils doivent être fermés de façon appropriée à moins d'être installés dans une armoire ou un local auxquels n'a accès que le personnel autorisé. Les tableaux divisionnaires et panneaux de distribution doivent être placés de façon que leurs éléments ne dépassent pas la température maximale admissible.

12 15 Enveloppes des tableaux divisionnaires et panneaux de distribution

Les enveloppes doivent être constituées d'un matériau résistant à l'humidité et incombustible. Dans les locaux d'habitation où l'enveloppe est entourée d'un matériau combustible, on doit prévoir un revêtement constitué d'un matériau résistant à l'humidité, non combustible et également calorifuge. Les enveloppes doivent avoir une résistance mécanique suffisante et être construites de façon à ne pouvoir être ouvertes que par le personnel autorisé. On doit prévoir une protection contre le toucher accidentel des parties sous tension.

Note — Les enveloppes doivent de préférence ne pas être placées au contact de matières combustibles ou en être environnées.

12 16 Marquage de la tension

Dans les installations à courant alternatif, la tension de tout tableau divisionnaire ou panneau de distribution doit être indiquée sur une plaque en caractères lisibles et indélébiles.

12 11 Testing

Before installation, switchboards complete with all components should pass the following tests. A high-voltage test should be carried out on all switching and control apparatus for systems of 60-500 V at an alternating voltage of 1 000 V plus twice the rated voltage at 25-100 Hz (c/s) for 1 minute applied between current-carrying parts, connected together for the purpose of test, and earth, and between current-carrying parts of opposite polarity. For systems of 60 V or less the test should be at 500 V for 1 minute.

Immediately after the high-voltage tests, the insulation resistance between current-carrying parts, connected together for the purpose of this test, and earth and between current-carrying parts of opposite polarity should be not less than 1 megohm when tested with a d.c. voltage of not less than 500 V.

Note — Instruments and other ancillary apparatus may be disconnected during the high-voltage test and tested separately in accordance with the requirements of the appropriate standards.

SPECIAL REQUIREMENTS FOR SECTION AND DISTRIBUTION BOARDS

12 12 General

Section and distribution boards should comply with the recommendations made for main switchboards in Clauses 12 02 to 12 11 above as far as they are appropriate. Matters particularly applicable to section and distribution boards are dealt with in the following Clauses 12 13-12 16.

12 13 Construction of section and distribution boards

- a) All connections should be readily accessible. The replacement of parts should not necessitate the removal of the case or the disconnection of cables.
- b) If the busbars of a section board or distribution board are in series with another section or distribution board, their cross-section should be sufficient to withstand the full load of the supply cable.

12 14 Position of section and distribution boards

Section and distribution boards should be accessible to authorized personnel at all times. They should be suitably enclosed unless they are installed in a cupboard or compartment to which only authorized personnel can have access. Section and distribution boards should be so placed that the maximum permissible temperature of its components is not exceeded.

12 15 Enclosures of section and distribution boards

The enclosure should be of moisture-resistant and incombustible material, and in accommodation spaces where the enclosure is surrounded by combustible material a layer of moisture-resistant incombustible material which is also thermal-insulating should be provided. The enclosure should be of adequate mechanical strength and should be so constructed that it can be opened only by authorized personnel. Protection should be provided against accidental contact with live parts.

Note — Enclosures should preferably not be placed in contact with or should not be surrounded by combustible material.

12 16 Marking of voltage

In a.c. installations, the voltage of every section board and distribution board should be indicated by a label bearing clear and indelible indication.

APPAREILLAGE

Note — L'utilisation des appareils fait l'objet du Chapitre XIII : Protection électrique

12 17 Disjoncteurs, coupe-circuit et interrupteurs — Généralités

- a) Les températures limites des contacts des parties sous tension et des bobines de déclenchement, de soufflage et d'excitation qui restent en permanence en circuit sous la tension nominale et/ou le courant nominal doivent être conformes aux prescriptions de la Publication CEI qui leur est applicable
- b) Lorsque le courant à couper par un interrupteur ou un disjoncteur est d'une valeur susceptible d'endommager les contacts, on doit prendre les dispositions appropriées pour faciliter le remplacement des pièces endommagées
- c) Les poignées et mécanismes de manœuvre des interrupteurs et disjoncteurs doivent être robustes au point de vue mécanique et être construites et disposées de façon que la main de l'opérateur qui utilise le dispositif ne puisse accidentellement toucher des parties métalliques sous tension ou être blessée soit par un arc s'amorçant sur l'interrupteur ou le disjoncteur, soit par la fusion d'un coupe-circuit voisin. Si les interrupteurs sont enfermés, les poignées de manœuvre ne doivent pas passer par des fentes non protégées situées immédiatement devant l'interrupteur
- d) Les enveloppes métalliques doivent être à bonne distance des parties sous tension. Lorsque des interrupteurs doivent fonctionner sous des tensions supérieures à 125 V, pour un courant nominal supérieur à 6 A, toutes les parties de boîtiers métalliques voisins de contacts de coupure doivent être doublées intérieurement d'une matière isolante résistant à l'arc
- e) Chaque dispositif ouvrant un circuit doit être construit et disposé de façon à ne pouvoir, en position d'ouverture, se déplacer accidentellement d'une manière telle qu'il ferme le circuit
- f) Les organes de fixation des parties normalement sous tension doivent être distincts de ceux qui assurent les connexions électriques de ces parties
- g) Les disjoncteurs, contacteurs et interrupteurs de circuits de départ doivent être raccordés de façon telle que, dans la mesure du possible, leurs parties mobiles et les relais correspondants ne soient pas sous tension lorsqu'ils sont en position d'ouverture et de façon à faciliter les visites, réglages et remplacements de leurs parties

Note — Il est souhaitable de prévoir des moyens de sectionnement des disjoncteurs et contacteurs

12 18 Disjoncteurs

Tout disjoncteur doit être à déclenchement libre

Note — Les prescriptions pour les disjoncteurs sont traitées plus en détail dans le Chapitre XIII : Protection électrique

12 19 Coupe-circuit

- a) Tout coupe-circuit doit être applicable conformément à la Publication 66 de la CEI. Règles de la CEI pour les coupe-circuit à fusibles pour tensions inférieures ou égales à 1 000 V en courant continu et en courant alternatif
- b) Tout élément de remplacement doit être muni d'un porte-fusible isolant, ininflammable approprié et dont la forme protège la personne qui le manipule contre les chocs électriques et les brûlures à moins qu'il n'existe des poignées amovibles isolantes appropriées ou que sur les panneaux de distribution on ait la disposition suivante : un interrupteur raccordé au côté sous tension du coupe-circuit et monté à côté de lui avec un couvercle ou une porte interdisant l'accès du coupe-circuit au personnel non autorisé

APPAREILS DE MESURE

12 20 Appareils de mesure pour génératrices de courant continu

- a) Dans le cas des génératrices ne fonctionnant pas en parallèle, chacune d'elles doit être munie d'au moins un voltmètre et d'un ampèremètre

SWITCHGEAR AND FUSEGEAR

Note — The application of the apparatus is dealt with in Chapter XIII, Electrical Protection

12 17 Circuit-breakers, fuses and switches — General

- a) The temperature limits of contacts and current-carrying parts and of release, blow-out and operating coils which are left in circuit continuously at rated voltage and/or current should satisfy the requirements of the relevant IEC Publication
- b) Where the current to be interrupted by a switch or circuit-breaker is of such magnitude as to cause damage to the contacts, suitable arrangements should be made for the ready renewal of the damaged parts
- c) The handles and operating mechanism of switches and circuit-breakers should be mechanically strong, and should be so designed and arranged that the hand of the operator, when using the device, cannot accidentally touch live metal or be injured through an arc arising from the switch or circuit-breaker or the blowing of an adjacent fuse. If switches are enclosed, their handles should not operate through unprotected slots immediately in front of the switch
- d) Metal cases should be well clear of live parts, and where switches are required to operate at voltages exceeding 125 V, and are rated for currents exceeding 6 A, any parts of metal cases which are adjacent to arcing contacts should be lined with arc-resisting insulating material
- e) Each circuit-opening device should be so constructed and arranged that when placed in the “off” position it cannot accidentally move sufficiently to close the circuit
- f) The means of fixing current-carrying parts should be independent of the means of making electrical connections thereto
- g) Circuit-breakers, contactors and switches in outgoing circuits should be so connected that, as far as practicable, their moving parts and associated relays are not live when the circuit-breaker, etc., is in the “off” position, so that inspection, adjustment and replacement of parts is facilitated

Note — The provision of means of isolation of circuit-breakers and contactors is desirable

12 18 Circuit-breakers

Every circuit-breaker should be of the trip-free type

Note — The requirements for circuit-breakers are more fully dealt with in Chapter XIII, Electrical Protection

12 19 Fuses

- a) Every fuse should comply as far as applicable with IEC Publication 66, IEC Specification for Fuses for Voltages not Exceeding 1 000 V for A.C. and D.C.
- b) Every fuse link should be provided with a suitable non-ignitable insulating carrier of such form as to protect a person handling it from shock and burns, except where suitable insulated detachable handles are provided or the arrangements are such that, in distribution boards, a switch connected on the live side of the fuse is fitted adjacent thereto and a lid or door is provided to guard the fuse against unauthorized access

MEASURING INSTRUMENTS

12 20 Measuring instruments for d.c. generators

- a) For generators not operated in parallel, at least one voltmeter and one ammeter should be provided for every generator.

- b) Dans le cas du fonctionnement en parallèle, chaque génératrice doit être munie d'un ampèremètre et on doit prévoir au moins un voltmètre avec commutateur pour mesurer la tension des génératrices et des barres
- c) Dans le cas des génératrices à excitation compound, munies d'un conducteur d'équilibre, l'ampèremètre doit être relié au pôle opposé à celui qui est relié à l'enroulement série de la génératrice (voir Cinquième Partie, Chapitre XVIII)
- d) Dans le cas des génératrices à 3 fils, l'ampèremètre doit être placé entre le conducteur d'équilibre et l'induit de la génératrice
- e) Dans le cas des réseaux à 3 fils alimentés par une génératrice à 3 fils ou par un survolteur-dévolteur de régulation, on doit placer un ampèremètre sur chacun des pôles de chaque génératrice et un voltmètre entre chaque pôle des barres et le conducteur compensateur

12 21 Appareils de mesure pour alternateurs

- a) Dans le cas des alternateurs ne fonctionnant pas en parallèle, chacun d'eux doit être muni d'au moins un voltmètre, un fréquencemètre et un ampèremètre avec commutateur permettant de mesurer le courant dans chaque phase ou un ampèremètre par phase, et, dans le cas des alternateurs de plus de 50 kVA, un wattmètre triphasé
- b) Dans le cas des alternateurs fonctionnant en parallèle, chacun d'eux doit être muni d'un wattmètre triphasé et d'un ampèremètre par conducteur de phase ou d'un ampèremètre avec commutateur permettant de mesurer le courant dans chaque phase et, pour les besoins de la mise en parallèle, on doit prévoir deux voltmètres, au moins deux fréquencemètres et les lampes indicatrices de synchronisation ou leur équivalent

Si on utilise un synchronoscope, il doit l'être en supplément des lampes indicatrices de synchronisation

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

Les connexions doivent être faites sur la phase correspondante de chaque alternateur

Note — Il est recommandé d'installer un ampèremètre dans le circuit d'excitation de chaque alternateur

12 22 Transformateur de mesure

Les enroulements secondaires de transformateurs de mesure doivent être mis à la masse

12 23 Echelle des appareils de mesure

La limite supérieure de la graduation de chaque voltmètre ne doit pas être inférieure à 120 % de la tension normale du circuit, la graduation doit comporter un trait rouge correspondant à la tension normale

La limite supérieure de l'échelle de tout ampèremètre ou wattmètre ne doit pas être inférieure à 130 % de la valeur normale dans le circuit où il est inséré. La graduation doit être munie d'un trait rouge correspondant à la valeur normale à pleine charge. Les ampèremètres pour génératrices de courant continu et les wattmètres d'alternateurs pouvant fonctionner en parallèle doivent pouvoir indiquer le courant ou la puissance de retour respectivement

12 24 Indicateurs de masse

Tout réseau de distribution isolé, principal ou secondaire, doit être muni de dispositifs indiquant l'état de son isolement par rapport à la masse