

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

Modification N° 1

Février 1971

à la Publication 92-4 (Deuxième édition - 1965)

Installations électriques à bord des navires

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

Chapitre XIII: Protection électrique

Les modifications contenues dans le présent document ont été approuvées suivant la Règle des Six Mois

Les projets de modifications furent discutés par le Comité d'Etudes N° 18 et furent diffusés en mai 1969 pour approbation suivant la Règle des Six Mois

Amendment No 1

February 1971

to Publication 92-4 (Second edition - 1965)

Electrical installations in ships

Part 4: Switchgear, electrical protection, distribution and controlgear

Chapter XIII: Electrical protection

The amendments contained in this document have been approved under the Six Months' Rule

The draft amendments were discussed by Technical Committee No 18 and were circulated for approval under the Six Months' Rule in May 1969



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms sans l'accord écrit de l'éditeur

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means electronic or mechanical including photocopying and microfilm without permission in writing from the publisher

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

Articles

CHAPITRE XIII — PROTECTION ÉLECTRIQUE

	Pages
1 Définitions	4
SECTION UN — PROTECTION CONTRE LA SURINTENSITÉ DE COURANT, LA SURCHARGE ET LES COURTS-CIRCUITS	
2 Conditions générales	4
3 Courants de court-circuit	6
4 Caractéristiques et choix des appareils de protection en fonction de la valeur du court-circuit	6
5 Choix des appareils de protection en fonction des surcharges	10
6 Choix des appareils de protection en fonction de leur application	10
SECTION DEUX — PROTECTION À RETOUR DE COURANT OU DE PUISSANCE	
7 Protection à retour de courant ou de puissance	16
SECTION TROIS — PROTECTION CONTRE LES BAISSSES DE TENSION	
8 Protection contre les baisses de tension	18
SECTION QUATRE — PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS	
9 Protection contre les surtensions	20

CONTENTS

Clause

CHAPTER XIII — ELECTRICAL PROTECTION

Page

1	Definitions	5
---	-------------	---

SECTION ONE — PROTECTION AGAINST OVERCURRENT, OVERLOAD AND SHORT-CIRCUIT

2	General requirements	5
3	Short-circuit currents	7
4	Characteristics and choice of protective devices with reference to short-circuit rating	7
5	Choice of protective devices with reference to overload	11
6	Choice of protective devices with regard to their application	11

SECTION TWO — REVERSE POWER AND REVERSE CURRENT PROTECTION

7	Reverse power and reverse current protection	17
---	--	----

SECTION THREE — UNDERVOLTAGE PROTECTION

8	Undervoltage protection	19
---	-------------------------	----

SECTION FOUR — OVERVOLTAGE PROTECTION

9	Overvoltage protection	21
---	------------------------	----

MODIFICATIONS A LA PUBLICATION 92-4 DE LA CEI: INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A BORD DES NAVIRES

Quatrième partie : Appareillage, protection électrique, distribution et appareils de commande (Deuxième édition - 1965)

Page 24

Remplacer le Chapitre XIII existant par le suivant

CHAPITRE XIII — PROTECTION ÉLECTRIQUE

1 Définitions

1.1 *Surintensité de courant*

Courant supérieur à celui de la pleine charge (voir Publication 50 (05) de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International, groupe 05: Définitions fondamentales)

1.2 *Surcharge*

Excès de la charge réelle sur la charge nominale (voir Publication 50 (05) de la CEI)

1.3 *Charge nominale, pleine charge*

La charge nominale ou pleine charge est celle pour laquelle la machine a été calculée (voir Publication 50 (05) de la CEI)

1.4 *Court-circuit*

C'est la connexion volontaire ou accidentelle de deux points d'un circuit à travers une impédance négligeable. Le terme est souvent appliqué à un groupe de phénomènes qui accompagne un court-circuit entre points à des potentiels différents (voir Publication 50 (05) de la CEI)

SECTION UN — PROTECTION CONTRE LA SURINTENSITÉ DE COURANT, LA SURCHARGE ET LES COURTS-CIRCUITS

2 Conditions générales

2.1 Les installations électriques doivent être protégées, par des appareils appropriés, contre les surintensités de courant accidentelles allant jusqu'au court-circuit. Le choix, la disposition et la performance de ces appareils variés doivent donner une protection automatique complète et coordonnée afin d'assurer le plus possible:

- par leur action sélective, la continuité du service pour assurer la fourniture de courant aux circuits restés intacts en cas d'un défaut se produisant ailleurs;
- l'élimination des conséquences des défauts afin de réduire le plus possible les dommages causés et les possibilités d'incendie

Dans ces conditions, les éléments de l'installation doivent être étudiés et construits pour supporter les efforts thermiques et électrodynamiques causés, pendant les temps admis, par la surintensité de courant, court-circuit inclus

**AMENDMENTS TO IEC PUBLICATION 92-4:
ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS**

**Part 4: Switchgear, electrical protection, distribution and controlgear
(Second edition - 1965)**

Page 25

Replace the existing Chapter XIII by the following

CHAPTER XIII — ELECTRICAL PROTECTION

1 Definitions

1.1 Overcurrent

Overcurrent is an abnormal current greater than the full load (see IEC Publication 50 (05), International Electrotechnical Vocabulary, Group 05: Fundamental Definitions)

1.2 Overload

Overload is the excess of the actual load over the nominal load (see IEC Publication 50 (05))

1.3 Nominal load, full load

Nominal load or full load is the power for which a machine has been designed (see IEC Publication 50 (05))

1.4 Short-circuit

A short-circuit is the intentional or accidental connection of two points of a circuit through a negligible impedance. The term is often applied to the group of phenomena which accompany a short-circuit between points at different potentials (see IEC Publication 50 (05))

**SECTION ONE — PROTECTION AGAINST OVERCURRENT,
OVERLOAD AND SHORT-CIRCUIT**

2 General requirements

- 2.1** Electrical installations should be protected against accidental overcurrents, up to and including short-circuit, by appropriate devices. Choice, arrangement and performance of the various protective devices should provide complete and co-ordinated automatic protection in order to ensure as far as possible:

- continuity of service through the discriminative action of the protective devices to maintain supply to healthy circuits in the event of a fault elsewhere,
- elimination of the effects of faults to reduce damage to the system and the hazard of fire as much as possible

Under these conditions, the elements of the system should be designed and constructed to withstand the thermal and electrodynamic stresses caused by the possible overcurrent, including short-circuit, for the admissible durations

- 2 2 Les appareils pour la protection contre les surintensités doivent être choisis selon les conditions requises spécialement en ce qui concerne :

— la surcharge,
— le court-circuit

3 Courants de court-circuit

Un exemple de calcul de court-circuit dans les systèmes à courant alternatif ou continu sera publié dans un rapport de la CEI

3 1 Courant de court-circuit dans les réseaux alternatifs

- 3 1 1 Pour le calcul du courant de court-circuit présumé, on considère l'impédance équivalente du système, vue du défaut

- 3 1 2 La source de courant doit comporter le nombre maximal de générateurs qui peuvent être connectés simultanément et le nombre maximal de moteurs qui sont normalement connectés simultanément. La contribution des générateurs et des moteurs doit être calculée sur la base de leurs caractéristiques

Note — En cas de manque d'information précise sur les caractéristiques des moteurs à induction pour déterminer le courant maximal de pointe du court-circuit (c'est à dire la valeur du courant à ajouter au courant maximal de pointe dû aux générateurs), la contribution des moteurs d'induction est prise égale à $8 I_n$ I_n étant la somme des courants efficaces nominaux des moteurs considérés comme normalement en service simultanément

Pour un calcul plus précis, on utilisera les valeurs efficaces suivantes :

— à l'instant du court-circuit (valeur sub-transitoire)	$6,25 I_n$
— à l'instant T (c'est-à-dire un cycle après le début)	$2,5 I_n$
— à l'instant $2 T$ (c'est-à-dire deux cycles après le début)	I_n

3 2 Courant de court-circuit en courant continu

- 3 2 1 Le courant de court-circuit présumé en un point précis de l'installation doit être calculé en considérant la résistance équivalente de l'installation, vue du défaut

- 3 2 2 La source de courant doit comporter le nombre maximal de générateurs qui peuvent être connectés simultanément et le nombre maximal de moteurs qui sont normalement connectés simultanément. La contribution de chaque machine tournante doit être calculée en fonction de ses caractéristiques

En l'absence d'information précise, la contribution des moteurs dans la détermination de la valeur maximale du courant de court-circuit peut être prise égale à six fois la somme des courants nominaux des moteurs qu'on estime être normalement en service simultanément

4 Caractéristiques et choix des appareils de protection en fonction de la valeur du court-circuit

4 1 Généralités

- 4 1 1 Les appareils de protection contre les courts-circuits doivent être conformes aux conditions des publications de la CEI concernant les disjoncteurs et les coupe-circuit à fusibles, mais on doit noter

- 2 2 Devices provided for overcurrent protection should be chosen according to the requirements, especially with regard to
- overload,
 - short-circuit

3 Short-circuit currents

An example of the short-circuit calculation in both a.c. and d.c. systems will be published in an IEC Report

3 1 Short-circuit current in a.c. systems

- 3 1 1 For the evaluation of the prospective short-circuit current, the equivalent system impedance should be considered, seen from the point of fault
- 3 1 2 The source of current should include the maximum number of generators which can be simultaneously connected, and the maximum number of motors which are normally simultaneously connected in the system. The contribution of generators and motors should be calculated on the basis of their characteristics

Note — Where precise information of their characteristics is lacking, the contribution of induction motors for determining the maximum peak value attainable by the short-circuit current (i.e. the value of the current to be added to the maximum peak value of the short circuit due to the generators) can be taken as equal to $8 I_n$, where I_n is the sum of the rated currents of the motors estimated normally when simultaneously in service (I_n is an r.m.s. value)

For more precise calculation, the following r.m.s. values may be used:

- | | |
|---|------------|
| — at the instant of short-circuit occurrence (sub-transient value) | $6.25 I_n$ |
| — at the instant T , i.e. after one cycle from short-circuit inception | $2.5 I_n$ |
| — at the instant $2 T$, i.e. after two cycles from short-circuit inception | I_n |

3 2 Short-circuit current in d.c. systems

- 3 2 1 The prospective short-circuit current at a definite point of the system should be evaluated by considering the equivalent system resistance seen from the point of fault
- 3 2 2 The source of a short-circuit current should include the maximum number of generators which can be simultaneously connected, and the maximum number of motors which are normally simultaneously connected in the system. The contribution of each rotating machine should be evaluated as a function of its characteristics

In the absence of precise information, the contribution of motors in the determination of the maximum value reached by the short-circuit current can be taken as equal to: six times the sum of the rated currents of the motors estimated to be normally in service simultaneously

4 Characteristics and choice of protective devices with reference to short-circuit rating

4 1 General

- 4 1 1 Protective devices for short-circuit protection should conform to the requirements of the IEC Publications concerning circuit-breakers and fuses, but it should be taken into account that the

que les conditions d'installations sur les navires peuvent différer des conditions prévues dans ces publications, en particulier en ce qui concerne

- Le facteur de puissance en court-circuit, dans les installations de navires à courant alternatif, qui peut être plus faible que celui qui sert de base à la détermination du courant de court-circuit des disjoncteurs de distribution usuelle
- La composante subtransitoire et transitoire du courant alternatif de court-circuit

En conséquence, le rapport du pouvoir de coupure au pouvoir de fermeture des disjoncteurs correspondant aux conditions normales de distribution (Publication 157-1 de la CEE: Appareillage de distribution à basse tension, Première partie Disjoncteurs) peut être, dans une large mesure, inadéquat

Dans ce cas, les disjoncteurs doivent être choisis par leur pouvoir de fermeture sur court-circuit, même si leur pouvoir de coupure en court-circuit, en rapport avec les conditions normales, excède la valeur nécessaire pour l'application en vue

- 4 1 2 La protection contre les courts-circuits devra être assurée par des disjoncteurs ou des coupe-circuit à fusibles

En certains cas, et spécialement pour des installations à courant alternatif à haute tension, on doit tenir compte de ce que certains types de coupe-circuit à fusibles ont des caractéristiques telles, pour certaines surintensités de courant, qu'ils doivent être associés au déclenchement d'un interrupteur

- 4 1 3 L'emploi d'un disjoncteur qui n'a pas un pouvoir de coupure ou de fermeture sur court-circuit au moins égal au courant maximal de court-circuit envisagé au point où il est installé est admis, à condition qu'il soit complété par un coupe-circuit à fusibles ou un disjoncteur en amont ayant au moins le pouvoir de coupure nécessaire, et qu'il soit autre que le disjoncteur du générateur

Les caractéristiques de l'ensemble doivent être telles que:

- a) Quand le courant maximal de court-circuit envisagé est coupé, le disjoncteur qui a une capacité de coupure insuffisante ne doit pas être détérioré au point de ne plus pouvoir servir
- b) Quand le disjoncteur est fermé sur le courant maximal de court-circuit envisagé, le reste de l'installation ne doit pas être détérioré. Il est cependant admis que le disjoncteur qui a un pouvoir de fermeture insuffisant ne puisse pas être remis en service immédiatement

On peut utiliser des disjoncteurs avec coupe-circuit à fusibles en aval, pourvu que l'ensemble des disjoncteurs et coupe-circuit à fusibles aient des caractéristiques coordonnées de manière que le fonctionnement des coupe-circuit à fusibles ait lieu à temps pour empêcher l'amorçage d'un arc entre pôles ou pièces métalliques du disjoncteur, quand les courants de surintensité sont tels que le coupe-circuit à fusible entre en action

4 2 *Pouvoir de coupure nominal*

Pour chaque appareil destiné à la protection contre les courts-circuits, le pouvoir de coupure sur court-circuit doit être au moins égal au courant maximal présumé à couper en ce point de l'installation

En courant alternatif, il ne doit pas être inférieur à la valeur efficace de la composante alternative du courant de court-circuit envisagé en ce point de la distribution (voir exception au paragraphe 4 1 3)

Ceci implique que le disjoncteur soit capable de couper n'importe quel courant dont la composante alternative n'excède pas le pouvoir de coupure, quelle que soit la valeur possible de la composante asymétrique au début de la coupure

conditions of ship installations may differ from the conditions foreseen in those publications, in particular with reference to

- The short-circuit power factor in a c systems in ships, which may be lower than that assumed as a basis for short-circuit rating of normal distribution circuit-breakers
- The sub-transient and transient component of the a c short-circuit current

As a consequence, the ratio between rated breaking capacity and the correlated making capacity of circuit-breakers corresponding to the normal conditions of distribution systems (IEC Publication 157-1, Low-voltage Distribution Switchgear, Part 1: Circuit-breakers), may be substantially inadequate

In such cases, the circuit-breakers have to be chosen with regard to their short-circuit making capacity, even though their available short-circuit breaking capacity, which complies with normal conditions, may be in excess of the one required for the actual application

4.1.2 Protection against short-circuit should be provided by circuit-breakers or fuses

In some cases, and particularly for high-voltage a c systems, it should be noted that certain types of fuses have such characteristics for certain overcurrents that they should be arranged to cause an associated switch to trip for these overcurrents

4.1.3 The use of a circuit-breaker not having a short-circuit breaking and/or making capacity at least equal to the maximum prospective short-circuit current at the point where it is installed is recognized, provided that it is backed up by a fuse or by a circuit-breaker on the generator side having at least the necessary short-circuit rating and not being the generator circuit-breaker

The characteristic of the arrangement should be such that:

- a) When the maximum prospective short-circuit current is broken, the circuit-breaker having insufficient breaking capacity should not be so damaged that it is incapable of further service
- b) When the circuit-breaker is closed on the maximum prospective short-circuit current, the remainder of the installation in question should not be damaged. It is, however, permissible that a circuit-breaker with insufficient making capacity should not be immediately capable of further service

Circuit-breakers with fuses connected to the load side may be used, provided the back-up fuses and the circuit-breakers are of co-ordinated design, in order to ensure that the operation of the fuses takes place in due time so as to prevent arcing between poles or against metal parts of the circuit breakers when they are submitted to overcurrents involving the operation of the fuse

4.2 Rated short-circuit breaking capacity

The rated short-circuit breaking capacity of every device intended for short-circuit protection should be not less than the maximum prospective current to be broken at that point in the installation

For a c, the rated short-circuit breaking capacity should not be less than the r m s value of the a c component of the prospective short-circuit current at the point of application (for exception, see Sub-clause 4.1.3)

This implies the ability of the circuit-breaker to break any current having an a c component not exceeding its rated breaking capacity, whatever may be the possible value of the inherent d c component at the beginning of the interruption

Dans les installations de bord, les conditions de circuit qui déterminent cette composante asymétrique peuvent être plus sévères que celles considérées comme normales (Publication 157-1 de la CEI) pour les disjoncteurs de distribution. Si tel est le cas, on doit s'assurer que le disjoncteur peut réellement couper le courant correspondant à son pouvoir de coupure nominal, quelle que soit la valeur possible de la composante asymétrique, dans les conditions réelles de l'installation.

4.3 *Pouvoir de fermeture nominal en court-circuit*

Le pouvoir de fermeture nominal en court-circuit de tout appareil mécanique de coupure prévu pour être fermé sur court-circuit doit correspondre à la valeur de crête du courant présumé de court-circuit au point considéré de l'installation (pour les exceptions, se reporter au paragraphe 4.1.3).

Note — Le disjoncteur doit être capable d'enclencher le courant correspondant à son pouvoir de fermeture, sans s'ouvrir avant le temps maximal de retard prévu.

4.4 *Coordination des pouvoirs de coupure nominaux en court-circuit en fonction des conditions de sélectivité*

4.4.1 La sélectivité a pour but de ne faire fonctionner que l'appareil de protection situé le plus près du défaut (pour les cas exceptionnels, voir le paragraphe 4.1.3).

4.4.2 Les caractéristiques de déclenchement des appareils de protection en série doivent être convenablement coordonnées.

4.4.3 Les appareils de protection doivent pouvoir supporter, sans s'ouvrir, un courant au moins égal au courant de court-circuit à l'endroit considéré pendant un temps correspondant à leur durée d'ouverture augmentée du retard nécessaire à la temporisation.

5 **Choix des appareils de protection en fonction des surcharges**

5.1 *Interrupteurs mécaniques*

Les interrupteurs mécaniques prévus pour la protection contre les surcharges doivent avoir une caractéristique de déclenchement « courant de surcharge en fonction du temps » correspondant à la capacité de surcharge des éléments de la distribution à protéger et pour n'importe quelle condition de sélectivité.

5.2 *Fusibles de protection*

L'emploi de fusibles de protection peut être admis jusqu'à 320 A, pourvu qu'ils aient des caractéristiques convenables, mais l'emploi de disjoncteurs ou de dispositifs analogues est recommandé au-dessus de 200 A. L'emploi de coupe-circuit à fusibles de protection contre les surcharges dans les installations alternatives à haute tension n'est pas admis.

6 **Choix des appareils de protection en fonction de leur application**

6.1 *Généralités*

Une protection contre les courts-circuits doit être assurée sur tout conducteur non mis à la terre.

Une protection contre les surcharges doit être assurée sur tout conducteur non mis à la terre d'un circuit, mais pour les circuits continus ou monophasés isolés ou triphasés isolés sensiblement équilibrés, la protection peut être omise sur un conducteur.

Les appareils de protection contre les surcharges et les courts-circuits ne doivent pas couper les conducteurs mis à la terre, sauf si tous les conducteurs non mis à la masse le sont en même temps par un appareil de coupure omnipolaire.

The conditions of the circuit which determine the inherent d.c. component may be more severe in systems on board than those assumed as normal (IEC Publication 157-1) for distribution circuit-breakers. In such an event, the ability of the circuit-breaker to break the current corresponding to its rated breaking capacity irrespective of the possible value of the d.c. component should be ascertained under the conditions of the actual installation.

4.3 *Rated short-circuit making capacity*

The rated short-circuit making capacity of every mechanical switching device intended to be closed on a short-circuit should be adequate for the maximum peak value of the prospective short-circuit current at the point of installation (for exception, see Sub-clause 4.1.3).

Note — The circuit-breaker should be able to make the current corresponding to its making capacity without opening within a time corresponding to the maximum time delay required.

4.4 *Co-ordination of short-circuit ratings with regard to discrimination requirements*

4.4.1 Discrimination has the object of ensuring that only the protective device nearest to the fault opens the faulty circuit (for exception, see Sub-clause 4.1.3).

4.4.2 The tripping characteristics of protective devices in series should be properly co-ordinated.

4.4.3 The protective devices should be capable of carrying, without opening, a current not less than the short-circuit current at the point of application for a time corresponding to the opening of the breaker increased by the time delay required for discrimination.

5 **Choice of protective devices with reference to overload**

5.1 *Mechanical switching devices*

Mechanical switching devices provided for overload protection should have a tripping characteristic (overcurrent-trip time) adequate for the overload ability of the elements of the system to be protected and for any discrimination requirements.

5.2 *Fuses for overload protection*

The use of fuses for overload protection is admissible up to 320 A, provided they have suitable characteristics, but the use of circuit-breakers or similar devices is recommended above 200 A. For high-voltage a.c. systems, the use of fuses for overload protection is not admissible.

6 **Choice of protective devices with regard to their application**

6.1 *General*

Short-circuit protection should be provided in each non-earthed (non-grounded) line.

Overload protection should be provided in each non-earthed (non-grounded) line of a circuit, except that for insulated d.c. circuits, insulated single-phase circuits and insulated three-phase circuits with substantially balanced loads, the overload protection may be omitted in one line.

Short-circuit or overload protective devices should not interrupt earthed lines, except by multi-pole switching devices disconnecting all the lines simultaneously.

6 2 Protection des générateurs

6 2 1 Généralités

Les générateurs doivent être protégés contre les courts-circuits et les surcharges par des disjoncteurs multipolaires

En particulier, la protection contre les surcharges doit être adaptée à la capacité thermique du générateur et remplir au moins les conditions suivantes :

- a) Pour les surcharges inférieures à 10 %, on pourra installer un signal sonore d'alarme commandé par un relais temporisé à moins de 15 min et réglé à 1,1 fois le courant nominal du générateur

On peut prévoir une temporisation supérieure à 15 min si les conditions d'exploitation l'exigent et si les caractéristiques du générateur le permettent

- b) Pour des surcharges comprises entre 10 % et 50 %, la temporisation doit être réglée à 2 min au maximum pour un courant égal au maximum à 1,5 fois le courant nominal. Cependant, la valeur de 50 % et la temporisation de 2 min pourront être augmentées, si les conditions d'exploitation le requièrent et si la construction du générateur le permet
- c) Pour des surcharges supérieures à 50 %, le déclenchement instantané doit être coordonné avec la protection sélective de l'installation

Dans un but de sélectivité, on peut introduire de courts retards dans les appareils prévus pour assurer la protection contre les courts-circuits

Pour de gros générateurs et tous les générateurs à haute tension, on s'attachera à réaliser la protection contre les défauts situés entre le disjoncteur et le générateur

Notes 1 — On vérifiera que les dispositifs de protection associés aux générateurs sont efficaces même en cas de réduction notable de vitesse

2 — On choisira, pour la protection des générateurs contre les surcharges, des appareils qui permettent après leur fonctionnement un rétablissement immédiat du service

6 2 2 Protection contre les courts-circuits du côté générateur

Lorsque des générateurs doivent fonctionner en parallèle, on doit prendre en considération les courants de défaut qui seront à couper par le disjoncteur du générateur dans le cas d'un court-circuit entre ce générateur et son disjoncteur

Note — Il faut considérer le risque de fermer le disjoncteur d'un générateur quand celui-ci n'est pas en synchronisme avec le système auquel il doit être connecté

6 2 3 Appareils de protection pour les générateurs compound à courant continu à 2 et 3 conducteurs

Pour des générateurs à courant continu destinés à fonctionner en parallèle, on doit prévoir les appareils de protection suivants en plus de ceux chargés d'assurer la protection contre les surcharges et les courts-circuits :

- a) Pour les générateurs compound à conducteur d'équilibre, un interrupteur d'équilibre pour chaque générateur de telle façon qu'il se ferme avant et s'ouvre après les contacts du disjoncteur avec lequel il est associé ou bien un disjoncteur coupant simultanément tous les pôles,
- b) Dans les réseaux à 3 conducteurs, un interrupteur sur le conducteur médian de telle façon qu'il soit mis en service en même temps que l'interrupteur du générateur ou un disjoncteur connecté aux sorties

6 3 Protection des services essentiels

Quand le circuit dessert des services essentiels et des services non essentiels, on doit prévoir un dispositif qui déléstera automatiquement les services non essentiels quand un générateur est surchargé, et qui agira pour empêcher une chute de vitesse prolongée

6 2 *Generator protection*

6 2 1 *General*

Generators should be protected against short-circuit and overloads by multipole circuit-breakers

In particular, the overload protection should be adequate for the thermal capacity of the generator and within the following requirements:

- a) For overloads of less than 10%, consideration may be given to include an aural alarm signal, operated by a time delay relay set at a maximum of 1.1 times the rated current of the generator and with a time delay of not more than 15 min

A time delay of over 15 min may be adopted if this is required by operating conditions and permitted by the generator design

- b) For overloads between 10% and 50%, the circuit-breaker should be tripped with a time delay corresponding to a maximum of 2 min at not more than 1.5 times the rated current of the generator, however, the figure of 50% and the time delay of 2 min may be exceeded if this is required by the operating conditions, and if the construction of the generator permits it

- c) For overcurrents in excess of 50%, “instantaneous” tripping should be co-ordinated with the discriminative protection of the system

Short-time delays may be introduced for discrimination requirements in “instantaneous” tripping devices designed for short-circuit protection

For large generators and for all high-voltage generators, protection should be provided against faults on the generator side of the circuit-breaker

Notes 1 — Consideration should be given to the protective arrangements associated with generators to ensure that they are maintained effective even in the case of substantial reduction of speed

2 — Consideration should be given to the choice of protective devices used for overload protection of generators which will permit the power to be restored immediately after operation of the overload protective device

6 2 2 *Protection against short-circuits on the generator side*

When generators are intended to operate in parallel, it is necessary to take account of fault currents, which would need to be handled by the generator circuit-breakers if a short-circuit were to occur on the generator side

Note — Consideration should be given to the possible danger of closing a circuit-breaker controlling a generator when this is out of synchronism with the system to which it is to be connected

6 2 3 *Protective devices for level-compounded d.c. 2-wire and 3-wire generators*

For d.c. generators arranged to operate in parallel, the following protective devices should be provided in addition to the protection against overload and short-circuit:

- a) For level-compounded generators, an equalizer switch for each generator, so interlocked that it closes before and opens after the contacts of the circuit-breaker with which it is associated or a multipole circuit-breaker breaking all poles simultaneously;
- b) In three-wire systems, a switch in the middle wire so interlocked with the generator switch or circuit-breaker connected to the “outers” as to operate simultaneously with them

6 3 *Protection of essential services*

Where the load consists of essential services and non-essential services, consideration should be given to an arrangement which will automatically exclude non-essential services when any one generator becomes overloaded and which will function to prevent sustained loss of speed

Le délestage peut être fait en un ou plusieurs étages selon l'aptitude des groupes générateurs à supporter la surcharge

6 4 *Protection des transformateurs*

Conformément aux stipulations de l'article 4, l'enroulement primaire des transformateurs doit être protégé contre les courts-circuits par des disjoncteurs multipolaires ou des coupe-circuit à fusibles. Des barrettes de déconnexion doivent être prévues pour les secondaires des transformateurs si ceux-ci sont montés en parallèle.

Note — Lorsqu'il est possible d'alimenter des transformateurs par leur secondaire, celui-ci doit être protégé contre les courts-circuits.

6 5 *Protection des circuits*

6 5 1 Chaque circuit de distribution doit être protégé contre la surcharge et les courts-circuits par des disjoncteurs multipolaires ou des fusibles, selon les stipulations des articles 4 et 5.

Note — On veillera à ce que les dispositifs de protection restent efficaces dans un circuit utilisant plusieurs générateurs en parallèle, dans le cas où le plus petit générateur fournit la puissance nécessaire.

6 5 2 Du point de vue de la protection, un ensemble de câbles en parallèle de section nominale supérieure à 50 mm² peut être considéré comme un câble unique.

6 5 3 Les circuits alimentant des appareils ayant leur protection individuelle, (par exemple des moteurs, voir paragraphe 6 6), ou ne pouvant pas être surchargés (par exemple des circuits de chauffage toujours branchés) peuvent n'être munis que d'une protection contre les courts-circuits.

6 6 *Protection des moteurs*

6 6 1 Les moteurs de puissance nominale supérieure à 0,5 kW doivent être individuellement protégés contre les surcharges.

6 6 2 Pour les moteurs devant assurer un service essentiel, la protection contre les surcharges peut être remplacée par un dispositif d'alarme, pour les moteurs de barre, la protection contre les surcharges doit être remplacée par une alarme.

6 6 3 Les appareils de protection doivent être conçus pour laisser passer le courant pendant la période d'accélération des moteurs dans les conditions normales d'emploi. Quand la caractéristique de courant en fonction du temps de l'appareil de protection n'est pas convenable pour la période de démarrage du moteur, on peut rendre l'appareil inopérant pendant cette période pourvu qu'il reste opérant contre les courts-circuits et que la suppression de la protection contre les surcharges ne soit que temporaire.

6 6 4 Pour les moteurs à service continu, les appareils de protection doivent avoir une temporisation qui permette une protection thermique sûre contre les surcharges.

6 6 5 Les appareils de protection doivent limiter le courant maximal continu à une valeur comprise entre 105 % et 120 % du courant nominal du moteur à protéger.

6 6 6 Pour les moteurs à service intermittent, on choisit le réglage du courant et la temporisation des appareils de protection en fonction des conditions réelles de service.

6 6 7 Lorsqu'on utilise des coupe-circuit à fusibles pour protéger des moteurs polyphasés, on doit veiller à la protection contre le fonctionnement en monophasé.

This load shedding may be carried out in one or more stages, according to the overload ability of the generating sets

6.4 *Protection of transformers*

The primary winding of transformers should be protected against short-circuit by multipole circuit-breakers or by fuses against short-circuits according to the requirements of Clause 4. Disconnecting links for secondary windings should be provided when transformers are arranged for parallel operation.

Note — Where power can be fed into secondary windings, short-circuit protection will need to be considered in the secondary connections.

6.5 *Circuit protection*

6.5.1 Each distribution circuit should be protected against overload and short-circuits by means of multipole circuit-breakers or fuses, according to the requirements of Clauses 4 and 5.

Note — Care should be taken to ensure that the protective arrangements remain effective in the case of the smallest generator supplying power in a system using generators arranged for parallel operation.

6.5.2 Cables in parallel formed of conductors of nominal cross-section not less than 50 mm² may be considered, from the point of view of protection, as a single cable.

6.5.3 Circuits supplying consuming devices having individual overload protection (e.g. motors, see Sub-clause 6.6), or consuming devices which cannot be overloaded (e.g. permanently wired heating circuits) may be provided with short-circuit protection only.

6.6 *Motor protection*

6.6.1 Motors having a power rating exceeding 0.5 kW should be individually protected against overload.

6.6.2 For motors intended for essential services, the protection against overload may be replaced by an alarm device, for steering gear motors, the protection against overload should be replaced by an alarm device.

6.6.3 The protective devices should be designed to allow current to pass during the normal accelerating period of motors according to the conditions corresponding to normal use. When the time-current characteristics of the overload protective device of a motor are not adequate for the starting period of the motor, the overload protecting device may be rendered inoperative during the accelerating period provided that the protection against short-circuit remains operative and that the suppression of the overload protection is only temporary.

6.6.4 For continuous duty motors, protective devices should have a time delay characteristic which ensures reliable thermal protection of the motors for overload conditions.

6.6.5 The protective devices should be set to limit the maximum continuous current to between 105% and 120% of the rated current of the protected motor.

6.6.6 For intermittent duty motors, the current setting and the delay characteristics (as a function of time) for protective devices should be chosen after considering the actual service conditions.

6.6.7 When fuses are used to protect polyphase motor circuits, consideration should be given to protection against single-phasing.

6 7 *Protection des circuits d'éclairage*

Chaque circuit d'éclairage doit être protégé par des appareils convenables assurant la protection contre les surcharges et contre les courts-circuits

6 8 *Protection de l'alimentation par la terre*

Les câbles posés à demeure allant de la boîte de raccordement à la terre au tableau principal doivent être protégés par des coupe-circuit à fusibles ou des disjoncteurs. Cette protection ne doit être omise en aucun cas

6 9 *Protection de la batterie d'accumulateurs*

Sauf lorsqu'elles servent au démarrage des moteurs, les batteries doivent être protégées contre les surcharges et les courts-circuits par des appareils placés aussi près d'elles que possible

Les batteries de secours alimentant les services essentiels ne seront munies que d'une protection contre les courts-circuits

6 10 *Protection des appareils de mesure, lampes pilotes et circuits de contrôle*

Des appareils limiteurs de courant ou des coupe-circuit à fusibles doivent protéger les appareils indicateurs ou de mesure

Pour les autres circuits, on doit penser à ne pas les munir de fusibles quand, comme pour les régulateurs de tension, une perte de tension pourrait avoir des conséquences fâcheuses. Dans ce cas, on doit alors utiliser des moyens d'éliminer les risques d'incendie de cette partie non protégée de l'installation

Les coupe-circuit à fusibles doivent être placés aussi près que possible du départ du circuit

6 11 *Protection des dispositifs statiques ou à semi-conducteurs*

Des dispositifs appropriés, tels que des fusibles limiteurs, doivent être mis en place dans les dispositifs statiques ou à semi-conducteurs pour les protéger contre les courts-circuits extérieurs et contre ceux qui pourraient se produire dans les cellules

La protection en amont de ces appareils doit être assurée par un disjoncteur dont la temporisation sera choisie en fonction des caractéristiques de fusion des fusibles pour assurer la protection des cellules contre les surintensités dangereuses

SECTION DEUX — PROTECTION A RETOUR DE COURANT OU DE PUISSANCE

7 **Protection à retour de courant ou de puissance**

7 1 *Protection à retour de puissance des générateurs à courant alternatif*

Les générateurs fonctionnant en parallèle doivent être protégés, avec temporisation, contre un retour de puissance active

Il est recommandé de régler les appareils de protection dans l'intervalle de 2 % à 6 % de la puissance nominale pour les turbines et dans l'intervalle de 8 % à 15 % de la puissance nominale pour les moteurs Diesel

6 7 *Protection of lighting circuits*

Each lighting circuit should be protected against overload and short-circuit by suitable devices

6 8 *Protection of shore power connection*

Permanently fixed cables from the shore connection box to the main switchboard should be protected by fuses or circuit-breakers. In no case should the protection at the shore connection box be omitted

6 9 *Accumulator (storage) battery protection*

Accumulator (storage) batteries, other than engine-starting batteries, should be protected against overload and short-circuits with devices placed as near as practicable to the batteries

Emergency batteries supplying essential services should have short-circuit protection only

6 10 *Protection of meters, pilot lamps and control circuits*

Protection should be ensured for indicating and measuring devices by means of fuses or current-limiting devices

For other circuits, fuses in circuits such as those of voltage regulators should be omitted where loss of voltage might have serious consequences. If fuses are omitted, means should be provided to prevent risk of fire in the unprotected part of the installation

Fuses should be placed as near as practicable to the tapping from the supply

6 11 *Protection of static or solid-state devices*

Appropriate current-limiting fuses should be incorporated in the static or solid-state devices for protection of the cells and to protect against the effects of internal short-circuits in the cells

Protection of the distribution circuit which connects the static or solid-state device to the source of power should be given by means of a circuit-breaker whose tripping characteristics are selected to co-ordinate with the melting characteristics of the fuses, so as to ensure protection of the cells against all injurious overcurrents

SECTION TWO — REVERSE POWER AND REVERSE CURRENT PROTECTION

7 **Reverse power and reverse current protection**

7 1 *Reverse power protection for a.c. generators*

A.C. generators arranged for parallel operation should be provided with time-delayed reverse active power protection

The setting of protection devices is recommended in the range 2% to 6% of the rated power for turbines and in the range 8% to 15% of the rated power for diesel engines

La protection contre les retours de courant ne doit pas être rendue inopérante par une chute de 50 % de la tension appliquée, bien que cela puisse modifier la valeur de la puissance inverse nécessaire pour entraîner l'ouverture du disjoncteur

Note — Il peut être utilisé d'autres appareils assurant une protection efficace

7.2 *Protection à retour de courant des générateurs à courant continu*

Les générateurs à courant continu devant fonctionner en parallèle entre eux ou avec une batterie d'accumulateurs doivent être munis d'une protection instantanée ou à courte temporisation contre les retours de courant

Il est recommandé de régler les appareils de protection dans l'intervalle de 2 % à 6 % de la puissance nominale pour les turbines et dans l'intervalle de 8 % à 15 % de la puissance nominale pour les moteurs Diesel

La protection contre les retours de courant ne doit pas être rendue inopérante par une chute de 50 % de la tension appliquée, bien que cela puisse modifier la valeur de la puissance inverse nécessaire pour entraîner l'ouverture du disjoncteur

Quand il existe une connexion d'équilibre, l'appareil à retour de courant doit être connecté au pôle qui n'est pas connecté à l'enroulement compound

Notes 1 — La protection contre le courant inverse doit être telle qu'elle soit efficace pour les conditions de courant inverse provenant du réseau du bateau (par exemple treuils de cargos)

2 — Voir également la Publication 92.5 de la C.E.I.: 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 (chapitre XVIII)

SECTION TROIS — PROTECTION CONTRE LES BAISSSES DE TENSION

8 **Protection contre les baisses de tension**

8.1 *Générateurs à courant continu ou alternatif*

Dans le cas de générateurs disposés pour fonctionner en parallèle entre eux ou avec le réseau de terre, des mesures doivent être prises pour empêcher la fermeture du disjoncteur d'un générateur si celui-ci n'est pas sous tension et pour empêcher le générateur de rester connecté si la tension disparaît

S'il est utilisé à cet effet un relais de déclenchement par baisse de tension, son fonctionnement doit être instantané pour empêcher la fermeture du disjoncteur, mais retardé dans un but de sélectivité quand il commande l'ouverture du disjoncteur

8.2 *Moteurs à courant continu ou alternatif*

8.2.1 Les moteurs de plus de 0,5 kW doivent être munis soit

- a) d'une protection contre les baisses de tension, fonctionnant en cas de chute ou de manque de tension, pour provoquer et maintenir l'interruption de l'alimentation jusqu'à la remise en route volontaire du moteur, soit
- b) d'un relais de tension fonctionnant en cas de baisse de tension ou de manque de tension mais permettant, en outre, la remise en route automatique du moteur au retour de la tension sans courant de démarrage excessif, pourvu que le démarreur (qui peut être commandé par des appareils thermostatiques, pneumatiques ou hydrauliques par exemple) assure les connexions nécessaires pour le démarrage et que le démarrage de tous les moteurs ne se produise pas simultanément lorsqu'il est nécessaire d'éviter, par exemple, une baisse de tension ou une pointe de courant excessive

A fall of 50 % in the applied voltage should not render the reverse power protection inoperative, although it may alter the amount of reverse power required to open the breaker

Note — The reverse power protection may be replaced by other devices ensuring an adequate protection

7.2 *Reverse current protection for d.c. generators*

D.C. generators arranged for parallel operation with one another or with a storage battery should be provided with instantaneous or short-time delayed reverse current protection

The setting of protection devices is recommended in the range 2 % to 6 % of the rated power for turbines and in the range 8 % to 15 % of the rated power for diesel engines

A fall of 50 % in the applied voltage should not render the reverse current protection inoperative, although it may alter the amount of reverse power required to open the breaker

When an equalizer connection is provided, the reverse current device should be connected on the pole opposite to that in which the series compounding winding is connected

Notes 1 — The reverse current protection should be adequate to deal effectively with reverse current conditions emanating from the ship's network (e.g. cargo winches)

2 — See also IEC Publication 92-5, *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 XVIII)

SECTION THREE — UNDERVOLTAGE PROTECTION

8 **Undervoltage protection**

8.1 *A.C. and d.c. generators*

For generators arranged for parallel operation with one another or with shore power feeder, measures should be taken to prevent the generator breaker from closing if the generator is not generating and to prevent the generator remaining connected to the busbars if voltage collapses

In the case of an undervoltage release provided for this purpose, the operation should be instantaneous when preventing closure of the breaker, but should be delayed for discrimination purposes when tripping a breaker

8.2 *A.C. and d.c. motors*

8.2.1 Motors rated above 0.5 kW should be provided with either

- a) undervoltage protection, operative on the reduction or failure of voltage, to cause and maintain the interruption of power in the circuit until the motor is deliberately restarted, or
- b) undervoltage release operative on the reduction or failure of voltage, but so arranged that the motor restarts automatically and without excessive starting current on restoration of voltage, provided that the starter (which may be controlled, e.g. by thermostatic, pneumatic or hydraulic devices) still makes the requisite connections for a restart and that the restarting of all motors does not occur simultaneously if it is necessary to avoid for example, too large a voltage drop or current surge