

# 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° 4

Août 1974

à la Publication 92-5  
(Deuxième édition - 1965)

### Amendment No 4

August 1974

to Publication 92-5  
(Second edition - 1965)

## INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

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

Chapitre XVIII révisé: Génératrices et moteurs

## ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

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

Revised Chapter XVIII: Generators and motors

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

Les projets de modifications, discutés par le Comité  
d'Études N° 18, furent diffusés en juin 1972 pour  
approbation suivant la Règle des Six Mois et en avril 1973  
pour approbation suivant la Procédure des Deux Mois

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

The draft amendments, discussed by Technical Com-  
mittee No 18, were circulated for approval under the  
Six Months' Rule in June 1972 and under the Two  
Months' Procedure in April 1973



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 méca-  
nique 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 Varembé  
Genève, Suisse

## SOMMAIRE

### CHAPITRE XVIII — GÉNÉRATRICES ET MOTEURS

Articles	Pages
18 01 Domaine d'application	4
18 02 Conditions générales	4
18 03 Valeurs nominales et fonctionnement	4
18 04 Génératrices à courant continu	6
18 05 Alternateurs	8
18 06 Génératrices à usage spécial	10
18 07 Fonctionnement en parallèles des génératrices pour le service — Génératrices à courant continu	10
18 08 Fonctionnement en parallèle des génératrices pour le service — Alternateurs	10
18 09 Réglage et excitation des génératrices	12
18 10 Mécanique	14
18 11 Graissage (génératrices et moteurs)	16
18 12 Moteurs primaires	16
18 13 Irrégularité cyclique	18
18 14 Graissage	18
18 15 Vitesse de fonctionnement	18
18 16 Essais	18
18 17 Degré de protection procuré par les enveloppes	20
18 18 Plaques signalétiques	20
ANNEXE A	22

---

## CONTENTS

### CHAPTER XVIII—GENERATORS AND MOTORS

Clause	Page
18 01 Scope	5
18 02 General requirements	5
18 03 Rating and performance	5
18 04 D C generators	7
18 05 A C generators	9
18 06 Generators for special purposes	11
18 07 Parallel operation of ship's service generators—D C generators	11
18 08 Parallel operation of ship's service generators—A C generators	11
18 09 Control and excitation of generators	13
18 10 Mechanical	15
18 11 Lubrication (generators and motors)	17
18 12 Prime-movers	17
18 13 Cyclic irregularity	19
18 14 Lubrication	19
18 15 Running speed	19
18 16 Testing	19
18 17 Degree of protection by enclosures	21
18 18 Rating plates	21
APPENDIX A	23

---

**MODIFICATION À LA PUBLICATION 92-5 DE LA CEI:  
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**

**(Deuxième édition—1965)**

**Page 30**

*Remplacer le chapitre XVIII existant par le suivant*

**CHAPITRE XVIII — GÉNÉRATRICES ET MOTEURS**

**18 01 Domaine d'application**

Le présent chapitre s'applique à toutes les machines électriques tournantes de puissance nominale supérieure ou égale à 750 W destinées à être installées à bord des navires. Il contient également les excitatrices et des prescriptions applicables aux génératrices à entraînement par des moteurs primaires. Les prescriptions particulières aux machines de propulsion sont données au chapitre XIX.

**18 02 Conditions générales**

Toutes les machines électriques doivent être conformes aux règles de toutes les sections applicables de la Publication 34 de la CEI (édition en vigueur, 1969) ainsi qu'aux règles supplémentaires figurant dans le présent chapitre.

**18 03 Valeurs nominales et fonctionnement**

*a) Nombre et valeurs nominales des groupes générateurs*

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

En ce qui concerne les alternateurs, on doit tenir compte du démarrage des moteurs à cage alimentés par le réseau de distribution, et plus particulièrement des effets de l'amplitude et de la durée des variations transitoires de tension produites par le courant maximal de démarrage et le facteur de puissance.

**AMENDMENT TO 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  
(Second edition—1965)**

---

**Page 31**

*Replace the existing Chapter XVIII by the following*

**CHAPTER XVIII—GENERATORS AND MOTORS**

**18 01 Scope**

This chapter applies to all rotating electrical machines rated at 750 W or more for installation on board ship. It also includes excitation machines and relevant requirements for prime movers driving generators. Requirements particular to propulsion machines are given in Chapter XIX.

**18 02 General requirements**

All electrical machines shall comply with the requirements of all relevant sections of IEC Publication 34 (edition in force in 1969) and also with the additional requirements included in this chapter.

**18 03 Rating and performance**

*a) Number and rating of generating sets*

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

Where a.c. generators are concerned, attention shall be given to the starting of squirrel-cage motors connected to the system, particularly with regard to the effect of the magnitude and duration of the transient voltage change produced due to the maximum starting current and power factor.

Lorsque les groupes générateurs fonctionnent en parallèle et fournissent initialement la charge minimale nécessaire à l'exploitation du navire, ils doivent avoir une réserve de puissance suffisante vis-à-vis du moteur au repos le plus puissant du système pour lui permettre de démarrer. En outre, la chute de tension due au courant de démarrage correspondant ne doit pas entraîner le calage d'un moteur déjà en fonction, ni avoir un effet défavorable sur tout autre matériel utilisé.

Quand il n'existe que deux groupes générateurs principaux, dont l'un dépend directement du fonctionnement de la machine de propulsion (comme dans le cas des turbogénératrices entraînées par les gaz d'échappement ou de groupes générateurs accouplés, etc.), il doit être possible de faire démarrer l'installation de propulsion de manière indépendante de ces deux groupes.

*b) Echauffements*

Les limites des échauffements doivent être conformes au tableau II de l'annexe A, qui correspond au tableau I de la Publication 34-1 de la CEI.

*c) Charge déséquilibrée des génératrices à 3 fils*

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

*Régulation de tension des génératrices*

**18 04 Génératrices à courant continu**

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

*a) Génératrices à excitation shunt ou à excitation shunt stabilisée*

Les génératrices à excitation shunt (stabilisée) d'une puissance nominale de 50 kW et au-dessus doivent satisfaire aux essais suivants.

- i) Lorsque la tension a été réglée à pleine charge à sa valeur nominale, la suppression de la charge ne doit pas entraîner une augmentation permanente de la tension supérieure à 15% de la tension nominale.
- ii) Lorsque la tension a été réglée, soit à pleine charge, soit à vide, la tension obtenue pour une valeur quelconque de la charge ne doit pas dépasser la tension à vide.

*b) Génératrices à excitation composée*

Les génératrices à excitation composée de puissance égale ou supérieure à 50 kW doivent être telles que, compte tenu des caractéristiques de régulation des moteurs primaires, partant de la température de fonctionnement à pleine charge et chargée initialement à 20% sous une tension ne différant pas de la tension nominale de plus de 1%, la génératrice donne à pleine charge une tension ne différant pas de la tension nominale de plus de 1,5%.

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

*c) Autres types de génératrices*

Les génératrices devant avoir des caractéristiques non traitées par *a)* et *b)* ci-dessus doivent faire l'objet d'une étude spéciale.

If a c generating sets operate in parallel and are carrying initially the minimum load necessary for the operation of the ship, they shall have sufficient reserve output, with respect to the largest idle motor on the system, to enable this motor to be started. Moreover, the voltage drop due to such starting current shall not cause any motor already operating to stall or have any adverse effect on other equipment in use.

Where only two main generating sets are provided, of which one depends directly on the functioning of the propulsion machine (such as a turbo-generator driven by exhaust gases, coupled generators, etc.), it shall be possible to start the propulsion installation independently of these two sets.

*b) Temperature rise*

The limits of temperature rise shall be in accordance with Table II of Appendix A, which is based on Table I of IEC Publication 34-1.

*c) Unbalanced load on 3-wire d c generators*

Unless otherwise specified, all 3-wire d c generators shall be designed for a current unbalance of 25%.

*Voltage regulation of generators*

**18 04 D C generators**

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

*a) Shunt or stabilized shunt-wound generators*

Shunt or stabilized shunt-wound generators rated at 50 kW and above, shall comply with the following requirements:

- i) When the voltage has been set at full-load to its rated value, the removal of the load shall not cause a permanent increase of the voltage greater than 15% of the rated voltage.
- ii) When the voltage has been set either at full-load or at no-load, the voltage obtained at any value of the load shall not exceed the no-load voltage.

*b) Compound-wound generators*

Compound-wound generators rated at 50 kW and above shall be so designed in relation to the governing characteristics of the prime-mover, that with the generator at full-load operating temperature and starting at 20% load with voltage within 1% of rated voltage, it gives at full-load a voltage within 1.5% of rated voltage.

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

*c) Other types of generators*

Generators required to have characteristics not covered by *a)* or *b)* above shall be the subject of special consideration.

d) *Régulation de tension automatique des génératrices à courant continu pour le service du navire*

Les génératrices de service qui sont du type shunt doivent être munies de régulateurs automatiques de tension. Ceux-ci doivent de même équiper toutes les génératrices de service entraînées par des moteurs à vitesse variable qui sont aussi employés à la propulsion, que ces génératrices soient à excitation shunt, excitation stabilisée ou excitation composée.

## 18 05 Alternateurs

Le système d'excitation des alternateurs de 50 kVA ou plus de puissance, conforme au paragraphe 18 09d) doit également satisfaire aux conditions suivantes

a) *Régime permanent*

Chaque alternateur de bord, entraîné par son propre moteur primaire dont le régulateur de vitesse satisfait aux conditions énoncées au paragraphe 18 12b), doit être muni d'un dispositif d'excitation capable, en régime établi, de maintenir la tension dans les limites de plus ou moins 2,5 % de la tension nominale pour toutes les charges comprises entre zéro et la charge nominale, et au facteur de puissance nominal. Ces limites peuvent être portées à plus ou moins 3,5 % pour les groupes de secours (voir le paragraphe 18 05d))

*Note* — On observera que dans certaines conditions de fonctionnement, le facteur de puissance peut être inférieur à la valeur nominale, ce qui affecte aussi la régulation de tension.

b) *Régime transitoire*

Lorsqu'un alternateur entraîné à sa vitesse nominale et donnant sa tension nominale est soumis à une variation brusque de charge équilibrée, dans les limites d'intensité et de facteur de puissance spécifiées, la tension ne doit pas tomber au-dessous de 85 % ni dépasser 120 % de la tension nominale.

La tension doit être rétablie dans les limites de plus ou moins 3 % de la valeur nominale en 1,5 s au maximum, s'il s'agit des groupes principaux. Pour les groupes de secours, ces valeurs peuvent être portées respectivement à plus ou moins 4 % en 5 s au maximum (voir le paragraphe 18 05d))

En l'absence de renseignements précis concernant les valeurs maximales des variations brusques de la charge, on adoptera les conditions arbitraires suivantes : 60 % du courant nominal, avec un facteur de puissance inférieur ou égal à 0,4 en arrière, à l'établissement lorsque l'alternateur fonctionne à vide et à la coupure lorsqu'il a atteint son régime permanent.

*Notes 1* — Pour vérifier ce qui précède, l'alternateur en cours d'essais peut être entraîné par un moteur électrique convenable à une vitesse pratiquement constante.

*2* — En vue d'obtenir un fonctionnement satisfaisant à bord, il faut que le régulateur de vitesse de la machine d'entraînement rétablisse une vitesse stable dans les limites énoncées au paragraphe 18 12b) et un temps au plus égal à 3 s.

c) *Court-circuit permanent*

En cas de court-circuit permanent, l'alternateur et son système d'excitation doivent être capables de maintenir le courant à une valeur d'au moins trois fois sa valeur nominale pendant une période pouvant aller jusqu'à 2 s, à moins qu'il n'existe des prescriptions relatives à la sélectivité des protections qui permettent une durée plus courte et pourvu que, dans tous les cas, la sécurité de l'installation soit assurée.

d) *Génératrices de secours*

Les groupes de secours, qui doivent répondre aux mêmes prescriptions générales qu'en b) ci-dessus, doivent uniquement maintenir la tension au repos à 3,5 % près et, pendant les tensions transitoires, rétablir la valeur de la tension à 4 % près en moins de 5 s.

*d) Automatic voltage regulation for d.c. service generators*

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

**18.05 A.C. generators**

The excitation system of a.c. generators rated 50 kVA and above, provided in accordance with Sub-clause 18.09d) shall also comply with the following requirements:

*a) Steady conditions*

Each a.c. generator for ship's service driven by its prime-mover having governor characteristics complying with Sub-clause 18.12b) shall be provided with an excitation system capable of maintaining the voltage under steady conditions within plus or minus 2.5% of the rated voltage for all loads between zero and rated load at rated power factor. These limits may be increased to plus or minus 3.5% for emergency sets (see Sub-clause 18.05d)).

*Note* — Attention is drawn to the possibility that under certain operating conditions the power factor may be less than the rated value, and this can affect the voltage regulation.

*b) Transient conditions*

When the generator is driven at rated speed, giving its rated voltage, and is subjected to a sudden change of symmetrical load within the limits of specified current and power factor, the voltage shall not fall below 85% nor exceed 120% of the rated voltage.

The voltage of the generator shall then be restored to within plus or minus 3% of the rated voltage for the main generator sets in not more than 1.5 s. For emergency sets, these values may be increased to plus or minus 4% in not more than 5 s respectively (see Sub-clause 18.05d)).

In the absence of precise information concerning the maximum values of the sudden loads, the following conditions shall be assumed: 60% of rated current with a power factor of between 0.4 lagging and zero to be thrown on with the generator running at no-load, and then withdrawn after steady-state conditions have been reached.

*Notes 1* — For the purpose of verifying the above, the generator under test may be driven by a suitable electric motor at practically constant speed.

*2* — To achieve satisfactory performance on board ship, the governor of the prime mover shall restore the speed to a steady state within the limits specified in Sub-clause 18.12b) in not more than 3 s.

*c) Steady short-circuit conditions*

Under steady short-circuit conditions, the generator with its excitation system shall be capable of maintaining a current of at least three times its rated value for a duration of up to 2 s, unless protection selectivity requirements exist which allow a shorter duration and provided that, in any case, the safety of the installation is assured.

*d) Emergency generators*

Emergency sets which are required to meet the same general requirements as in b) above need only maintain the steady-state voltage within 3.5% and during transient conditions to recover its voltage within 4% in not more than 5 s.

## 18 06 Génératrices à usage spécial

### a) Génératrices à courant continu

Les génératrices à courant continu à usage spécial y compris leur système d'excitation, doivent avoir les caractéristiques de tension nécessaire au service en cause

### b) Alternateurs

Les caractéristiques de tension des génératrices à courant alternatif à usage spécial ainsi que les génératrices de navire à courant alternatif de puissance inférieure à 50 kVA et les excitateurs qui accompagnent ces dernières feront l'objet d'un accord entre utilisateur et constructeur

## 18 07 Fonctionnement en parallèle des génératrices pour le service — Génératrices à courant continu

### a) Stabilité

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

### b) Répartition des charges

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

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

## 18 08 Fonctionnement en parallèle des génératrices pour le service — Alternateurs

### a) Répartition des charges réactives

Lorsque des alternateurs fonctionnent en parallèle, les charges réactives des groupes individuels ne doivent pas différer de la portion proportionnelle de charge réactive totale de plus de 10 % de la puissance réactive nominale de la plus grande machine ou de 25 % de celle de la plus petite machine lorsque cette dernière valeur est plus petite que la première.

*Note* — La conception de l'alternateur devrait admettre un amortissement suffisant dans les circuits rotatifs pour éviter l'apparition d'oscillations et d'instabilité de puissance fournie quand ils sont branchés en parallèle.

### b) Répartition des charges

Pour les groupes générateurs à courant alternatif fonctionnant en parallèle, les caractéristiques de régulation des moteurs primaires doivent être telles qu'entre 20 % et 100 % de la charge totale la charge sur l'un quelconque des groupes ne diffère pas normalement de la charge théorique (proportionnelle à la puissance) d'une quantité supérieure à 15 % de la puissance nominale de la machine la plus puissante ou à 25 % de la puissance nominale de la machine considérée.

### 18 06 Generators for special purposes

#### a) D C generators

D C generators for special purposes, together with their excitation system, shall have such voltage characteristics as are required for the service concerned

#### b) A C generators

A C generators for special purposes and ship's service a c generators smaller than 50 kVA together with their excitation system shall have voltage characteristics agreed between manufacturer and purchaser

### 18 07 Parallel operation of ship's service generators—D C generators

#### a) Stability

D C generators which are required to run in parallel shall be stable in operation at all loads from no-load to full-load

#### b) Load sharing

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

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

### 18 08 Parallel operation of ship's service generators—A C generators

#### a) Reactive load sharing

When a c generators are operated in parallel, the reactive loads of the individual generating sets shall not differ from their proportionate share of the total reactive load by more than 10% of the rated reactive output of the largest machine, or 25% of the smallest machine where this value is less than the former.

*Note* — The alternator design should incorporate sufficient damping in the rotor circuits to avoid power oscillation and instability when running in parallel.

#### b) Load sharing

For a c generating sets operating in parallel, the governing characteristics of the prime-movers shall be such that within the limits of 20% and 100% total load, the load on any generating set does not normally differ from its proportionate share of the total load by more than 15% of the rated output of the largest machine or 25% of the rating of the individual machine in question. The facilities for adjusting the governor at normal frequency shall be sufficiently

Les moyens de réglage de la fréquence normale du régulateur doivent être suffisamment précis pour permettre d'ajuster toute la charge à 5 % près au plus de la valeur de la puissance normale (voir également note 2 du paragraphe 18 05b))

*Note* — On suppose que la vitesse du moteur primaire décroît sous l'application de la charge et s'accroît avec sa suppression, la variation permanente étant telle que la vitesse, pour une charge donnée, ne s'écarte pas de plus de  $\frac{1}{5}$  de la variation maximale permanente impliquée par la droite joignant les valeurs de vitesse nominale et de vitesse à vide

c) *Moment d'inertie des groupes générateurs à courant alternatif couplés en parallèle*

Pour les groupes générateurs à courant alternatif fonctionnant en parallèle, le moment d'inertie de l'ensemble du volant et de l'alternateur doit être tel que l'écart angulaire dans un sens ou dans l'autre sur la position correspondant à une vitesse de rotation uniforme ne dépasse à aucun moment 3,5 degrés électriques, sans préjuger la conformité à la limite de l'irrégularité cyclique indiquée au paragraphe 18 13

Le constructeur du moteur primaire doit informer le fournisseur de l'alternateur de l'inertie totale qu'il estime devoir être prévue de façon à assurer que l'écart angulaire maximal calculé de 3,5 degrés électriques ne soit pas dépassé

Le constructeur du moteur doit aussi préciser les fréquences des forces perturbatrices du fonctionnement du moteur dont l'amplitude est importante et le fournisseur de l'alternateur doit alors spécifier au constructeur du moteur l'inertie supplémentaire éventuellement nécessaire pour éviter les effets de résonance électromécanique (dus aux vibrations de l'alternateur)

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

*Notes 1* — L'écart angulaire spécifié est celui que l'on calcule en admettant que le couple de l'alternateur, c'est-à-dire celui qui s'oppose au mouvement du moteur primaire, reste uniforme pendant toute la durée du cycle du moteur

2 — L'écart angulaire spécifié s'applique aux alternateurs à régulation ordinaire. Les alternateurs prévus pour une régulation spéciale peuvent nécessiter une uniformité de rotation plus stricte

3 — Le fait d'éviter les effets de résonance signifie que la fréquence de vibration de l'alternateur, avec son volant et relié au système électrique avec lequel il doit fonctionner en parallèle, ne doit pas se rapprocher de la fréquence des forces perturbatrices d'amplitude notable provenant du moteur

## 18 09 Réglage et excitation des génératrices

a) *Réglage de l'excitation des génératrices à courant continu*

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

b) *Polarité des enroulements série*

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

fine to permit a minimum adjustment of load on the engine not exceeding 5% of rated load (see also Note 2 to Sub-clause 18 05b))

*Note* — It is assumed that the speed of the prime mover decreases with the application of the load and increases with its removal, permanent variation being such that the speed does not at any load vary from the straight line joining rated-load and no-load speed by more than  $\frac{1}{5}$  of the maximum permanent speed variation involved

c) *Flywheel effect for a c generating sets*

For a c generators operating in parallel, the combined flywheel effect of the flywheel and alternator shall be such that the angular deviation in either direction from the position of uniform rotation does not at any time exceed 3.5 electrical degrees, in addition to complying with the limit of cyclic irregularity given in Sub-clause 18 13

The engine manufacturer shall inform the supplier of the alternator as to the total flywheel effect which he considers should be provided to ensure that the maximum calculated angular deviation of 3.5 electrical degrees is not exceeded

The engine manufacturer shall also state the frequencies of such engine disturbing forces as are of significant magnitude and the supplier of the alternator shall then specify to the engine manufacturer what additional flywheel effect, if any, is necessary for the avoidance of the effects of electro-mechanical resonance (due to the vibration of the generator)

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

*Notes 1* — The angular deviation specified is that calculated, on the assumption that the torque of the alternator, i.e. the torque opposing the motion of the engine, is uniform throughout the engine cycle

2 — The angular deviation specified applies to alternators on ordinary regulation. Alternators designed for special regulation may require still closer uniformity of rotation

3 — Avoidance of the effects of resonance means that the natural frequency of oscillation of the alternator with its flywheel, when connected to the electrical system with which it is to work in parallel, shall not approach the frequency of any engine impulses of significant magnitude

**18 09 Control and excitation of generators**

a) *Field regulation of d.c. generators*

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

b) *Polarity of series windings*

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

c) *Connexion d'équilibre*

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

d) *Excitation des alternateurs*

Les composants du système d'excitation, y compris les régulateurs automatiques de tension lorsqu'ils existent, doivent être d'un type adapté aux conditions de fonctionnement à bord. Ils doivent être capables de fonctionner dans toutes les conditions spécifiées de charge permanente ou transitoire, y compris le court-circuit, comme recommandé au paragraphe 18 05, points a), b) et c)

Lorsque deux ou plusieurs alternateurs doivent pouvoir fonctionner en parallèle, leurs dispositifs d'excitation doivent assurer une répartition correcte des charges réactives (voir également le paragraphe 18 08a))

*Note* — Il y a lieu d'insister sur le fait qu'il est souhaitable d'avoir pris des mesures telles qu'en cas d'avarie du dispositif d'excitation (y compris la régulation automatique de tension quand elle existe) l'installation n'en subisse aucun dommage

## 18 10 Mécanique

a) *Pénétration d'eau*

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

b) *Accumulation d'humidité et de condensation*

On doit veiller à prévoir des moyens efficaces pour éviter l'accumulation d'humidité et de condensation à l'intérieur des machines, particulièrement quand elles sont au repos pendant un temps appréciable, par exemple au moyen de dispositifs de réchauffage

c) *Équilibrage*

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

d) *Courants dans l'arbre*

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

e) *Bornes*

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

*c) Equalizer connections*

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

*d) Excitation of a c generators*

The components of the excitation system, including automatic voltage regulator if used, shall be of a type suitable for shipboard conditions and be capable of operating under all specified conditions of steady and transient load, including short-circuit, as stated in Sub-clause 18 05, Items *a)*, *b)* and *c)*

When it is intended that two or more generators will be operated in parallel, means shall be provided to divide the reactive power properly between the generators (see Sub-clause 18 08*a)*)

*Note* — Attention is drawn to the desirability of assuring that the failure of the excitation system (including automatic voltage regulator if used) shall not cause damage to the installation

**18 10 Mechanical**

*a) Entry of water*

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

*b) Accumulation of moisture and condensation*

Consideration shall be given to provide effective means to prevent accumulation of moisture and condensation within the machines especially when they are idle for appreciable periods, e.g. by means of space heaters

*c) Balance*

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

*d) Shaft currents*

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

*e) Terminals*

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

## 18 11 Graissage

### *Génératrices et moteurs*

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

## 18 12 Moteurs primaires

### *Généralités*

Les moteurs primaires entraînant les génératrices destinées à alimenter les services essentiels doivent avoir une puissance nominale et une capacité de surcharge comparables à la puissance nominale et à la capacité de surcharge des génératrices entraînées

#### a) *Turbo-dynamos fonctionnant en parallèle*

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

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

#### b) *Caractéristiques relatives à la régulation de la vitesse*

Les régulateurs de vitesse des moteurs primaires doivent être tels qu'en cas d'application ou de suspension brusque de la pleine charge, ils maintiennent automatiquement la vitesse, l'écart momentané ne dépassant pas 10% et l'écart permanent 5%, lorsque la charge nominale est brusquement enlevée et lorsque 50% de la charge sont brusquement enclenchés, suivis après un court intervalle par les 50% restants de la charge, à moins que d'autres valeurs de charge brusque ne soient spécifiées

Chaque moteur primaire doit être muni d'un déclencheur de survitesse fonctionnant pour une survitesse ne dépassant pas 15% de la vitesse nominale et prévu pour pouvoir être actionné à la main

Quand les génératrices entraînées doivent fonctionner en parallèle, les caractéristiques du régulateur doivent se conformer aux prescriptions des paragraphes 18 07 et 18 08b)

#### c) *Moment d'inertie*

Le moment d'inertie existant doit se conformer aux prescriptions du paragraphe 18 08c)

## 18 11 Lubrication

### *Generators and motors*

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

## 18 12 Prime-movers

### *General*

Prime-movers driving generators intended for supplying power to essential services shall have a rating and overload capability comparable with the rating and the specified overload capability of the driven generators

#### a) *Turbine-driven d.c. generating sets in parallel*

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

The contacts of the overspeed switch shall be normally closed

#### b) *Governing characteristics*

Governors on prime-movers shall be such that they will automatically maintain the speed within a momentary variation of 10% and a permanent variation not exceeding 5% when rated load is suddenly thrown off and when 50% load is suddenly thrown on followed after a short instant by the remaining 50% load, unless other sudden load changes are specified

Each prime-mover shall be fitted with an emergency overspeed device which will operate at a speed not more than 15% above rated speed and has provision for tripping by hand

Where the driven generators are required to operate in parallel, the governor characteristics shall comply with the requirements of Sub-clauses 18 07 and 18 08b)

#### c) *Flywheel effect*

The flywheel effect provided shall comply with the requirements of Sub-clause 18 08c)

### 18 13 Irrégularité cyclique

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

- a) Pour une machine à un ou deux cylindres, l'irrégularité cyclique doit être inférieure à 1/75, à moins qu'une limite plus stricte ne soit spécifiée
- b) Pour une machine à plus de deux cylindres, l'irrégularité cyclique doit être inférieure aux valeurs du tableau I ci-après

TABLEAU I  
Limites de l'irrégularité cyclique

Nombre de courses motrices par seconde ( $f$ )	Irrégularité cyclique meilleure que
Jusqu'à 4	1/150
6	1/220
8 à 20	$\frac{1}{\frac{2000}{f} - f}$
Plus de 20	1/75

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

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

### 18 14 Graissage

- a) Le graissage des moteurs primaires doit être assuré de façon efficace et continue pour toutes les vitesses de marche et pour toutes les températures atteintes par l'huile en fonctionnement sans déversement d'huile pour les inclinaisons du navire par rapport à la normale spécifiées au chapitre II (première partie)
- b) Les groupes générateurs entraînés par turbine et dont le fonctionnement est tributaire d'un graissage forcé doivent être aménagés de façon à stopper automatiquement en cas d'avarie du système de graissage et doivent être lubrifiés de façon assez efficace pour empêcher la détérioration des paliers lors de la décélération

### 18 15 Vitesse de fonctionnement

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

### 18 16 Essais

Un nombre suffisant d'essais sera effectué conformément à la Publication 34 de la CEI (édition en vigueur en 1969), sauf spécification contraire (voir paragraphe 18 03b) Echauffements), pour s'assurer que la machine est conforme à ces recommandations

**18 13 Cyclic irregularity**

The maximum permissible cyclic irregularity in a reciprocating engine throughout one engine cycle shall conform to the following

- a) For an engine having one or two cylinders, the cyclic irregularity shall not be worse than 1/75 unless a closer limit is specified
- b) For an engine more than two cylinders, the cyclic irregularity shall not be worse than the values given in the following Table I

TABLE I  
*Limits of cyclic irregularity*

Number of engine impulses per second ( $f$ )	Cyclic irregularity to be not worse than
Up to 4	1/150
6	1/220
8 to 20	$\frac{1}{\frac{2000-f}{f}}$
Above 20	1/75

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

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

**18 14 Lubrication**

- a) Prime-movers shall be efficiently and continuously lubricated at all running speeds and at all working oil temperatures without the spilling of oil with the ship at the inclination from normal specified in Chapter II (Part 1)
- b) Turbine-driven generating sets dependent on forced lubrication shall be arranged to shut down automatically on failure of lubrication and effective lubrication provided to prevent damage to the bearings during running down

**18 15 Running speed**

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

**18 16 Testing**

Sufficient tests shall be made in accordance with IEC Publication 34 (edition in force 1969), unless otherwise specified (see Sub-clause 18 03b): Temperature rise), to ensure that the machine is in accordance with these recommendations

### 18 17 Degré de protection procuré par les enveloppes

Les essais seront effectués conformément aux paragraphes 2 30 à 2 36 de la Publication 92-1 de la CEI

### 18 18 Plaques signalétiques

Toutes les machines seront pourvues d'une plaque signalétique où seront inscrites les caractéristiques appropriées suivant la liste ci-après, en plus des spécifications auxquelles la machine est conforme, mais ces caractéristiques peuvent n'être pas toutes portées sur la même plaque

#### Liste

- 1 Nom du constructeur
- 2 Numéro de série du constructeur ou marque permettant de reconnaître le type de fabrication et année de fabrication
- 3 Type de machine, moteur ou génératrice, shunt, série, excitation composée, à cage, etc
- 4 Service nominal conformément aux indications de la section trois de la Publication 34-1 de la CEI  
La durée et la suite des régimes peuvent être indiquées par un terme qualificatif
- 5 Puissance nominale
- 6 Tension nominale
- 7 Courant nominal
- 8 Nature du courant (continu  $\equiv$  ou alternatif  $\sim$ )
- 9 Pour les machines à courant alternatif, fréquence nominale et nombre de phases
- 10 Vitesse nominale ou gamme de vitesses nominales
- 11 Survitesse admissible, s'il y a lieu (par exemple turbo-alternateurs et génératrices entraînées par turbines hydrauliques)
- 12 Classe d'isolation ou échauffement admissible
- 13 Numéro et date de la spécification (par exemple Publication 34-1 de la CEI (1969))
- 14 Pour les machines à courant alternatif, couplage des enroulements, en utilisant les symboles appropriés de la Publication 117-1 de la CEI Symboles graphiques recommandés, Première partie: Nature de courant, système de distribution, modes de connexion et éléments de circuits
- 15 Pour les machines à courant alternatif, facteur de puissance
- 16 Pour les machines synchrones ou les machines à courant continu à excitation séparée, tension et courant d'excitation nominaux
- 17 Pour les machines à induction à rotor bobiné, tension entre bagues à circuit ouvert et courant rotorique dans les conditions nominales
- 18 Température ambiante

*Note* — Les indications ci-dessus ont été numérotées pour permettre de s'y référer commodément, mais l'ordre dans lequel elles doivent être portées sur la plaque signalétique n'a pas été normalisé

### 18 17 Degree of protection by enclosures

Testing shall be made in accordance with Sub-clauses 2 30 to 2 36 of IEC Publication 92-1

### 18 18 Rating plates

All machines shall have a rating plate marked with the appropriate items as required by the following list and in addition with the specification to which the machine conforms, but these items need not all be on the same plate

#### List

- 1 The manufacturer's name
- 2 The manufacturer's serial number, or identification mark, and year of manufacture
- 3 The type of machine motor or generator, shunt, series, compound, cage, etc
- 4 The class of rating according to Section Three of IEC Publication 34-1. The duration and sequence may be indicated by a qualifying term
- 5 The rated output
- 6 The rated voltage
- 7 The rated current
- 8 Type of current (d.c.  $\text{---}$  or a.c.  $\text{~}$ )
- 9 For a.c. machines, the rated frequency and number of phases
- 10 The rated speed or speed range
- 11 The permissible overspeed, if applicable (e.g. turbine-type and hydraulic turbine driven generators)
- 12 The class of insulation or the permissible temperature rise
- 13 The number and date of the specification (e.g. IEC Publication 34-1 (1969))
- 14 For a.c. machines, the winding connections designated by the appropriate symbols from IEC Publication 117-1, Recommended Graphical Symbols, Part 1 Kind of Current, Distribution Systems, Methods of Connection and Circuit Elements
- 15 For a.c. machines, the power factor
- 16 For synchronous machines or d.c. machines with separate excitation, the rated excitation current and voltage
- 17 For wound-rotor induction machines, the open-circuit voltage between slip-rings and the slip-ring current for rated conditions
- 18 The ambient temperature

*Note* — The above items are numbered for convenient reference, but the order in which they appear on the rating plate is not standardized

ANNEXE A

CONCERNANT LE PARAGRAPHE 18 03b) ÉCHAUFFEMENTS

TABEAU II

Limites des échauffements pour les machines refroidies à l'air pour une température ambiante de 50 °C

Pt N°	Partie de la machine	Classe d'isolement														
		A			E			B			F			H		
		Méthode			Méthode			Méthode			Méthode			Méthode		
		Therm °C	Rés °C	I.I.T °C	Therm °C	Rés °C	I.I.T °C	Therm °C	Rés °C	I.I.T °C	Therm °C	Rés °C	I.I.T °C	Therm °C	Rés °C	I.I.T °C
1	Enroulements à courant alternatif de machines de 5 000 kW (ou kVA) ou plus de puissance, ou ayant une longueur axiale de noyau de 1 m ou plus <i>Note</i> — La méthode d'indicateur interne de température (I I T) peut être utilisée pour machines ayant une puissance plus petite que 5 000 kW (ou kVA) ou ayant une longueur axiale de noyau plus petite qu'un mètre, mais les limites des échauffements données à ce point sont à appliquer	—	50	50	—	60	60	—	70	70	—	90	90	—	115	115
2	a) Enroulements à courant alternatif de machines ayant une puissance plus petite que 5 000 kW (ou kVA) ou ayant une longueur axiale plus petite qu'un mètre b) Enroulements d'excitation à courant continu de machines à courants alternatif et continu autres que celles des points 3 et 4 c) Enroulements d'induit reliés à des collecteurs	40	50	—	55	65	—	60	70	—	75	90	—	95	115	—
3	Enroulements d'excitation à courant continu des turbomachines	—	—	—	—	—	—	—	80	—	—	100	—	—	—	—

APPENDIX A

CONCERNING SUB-CLAUSE 18 03b) TEMPERATURE RISE

TABLE II

Limits of temperature rise of air-cooled machines based on an ambient temperature of 50 °C

Item No	Part of machine	Class of insulation														
		A			E			B			F			H		
		Method			Method			Method			Method			Method		
		Therm °C	Res °C	E.T.D °C	Therm °C	Res °C	E.T.D °C	Therm °C	Res °C	E.T.D °C	Therm °C	Res °C	E.T.D °C	Therm °C	Res °C	E.T.D °C
1	A C windings of machines having output of 5 000 kW (or kVA) or more, or having a core length of one metre or more <i>Note</i> — The E T D method may be used in machines having outputs less than 5 000 kW (or kVA) or having a core length less than one metre, but the limits of temperature rise given in this item shall apply	—	50	50	—	60	60	—	70	70	—	90	90	—	115	115
2	a) A C windings of machines having outputs less than 5 000 kW (or kVA) or having a core length less than one metre b) Field windings of a c and d c machines having excitation other than those in Items 3 and 4 c) Windings of armatures having commutators	40	50	—	55	65	—	60	70	—	75	90	—	95	115	—
3	Field windings of turbine-type machines having d c excitation	—	—	—	—	—	—	80	—	—	100	—	—	—	—	—

TABEAU II (suite)

Pt N°	Partie de la machine	Classe d'isolement														
		A			E			B			F			H		
		Méthode			Méthode			Méthode			Méthode			Méthode		
		Therm °C	Rés °C	I.I.T °C	Therm °C	Rés °C	I.I.T °C	Therm °C	Rés °C	I.I.T °C	Therm °C	Rés °C	I.I.T °C	Therm °C	Rés °C	I.I.T °C
4	a) Enroulements d'excitation de faible résistance à plus d'une couche et enroulements compensateurs	50	50	—	65	65	—	70	70	—	90	90	—	115	115	—
	b) Enroulements à une couche avec surfaces accessibles métalliques nues ou vernissées <sup>1)</sup>	55	55	—	70	70	—	80	80	—	100	100	—	125	125	—
5	Enroulements isolés fermés sur eux-mêmes en permanence	50	—	—	65	—	—	70	—	—	90	—	—	115	—	—
6	Enroulements non isolés fermés sur eux-mêmes en permanence	L'échauffement de ces parties ne doit en aucun cas atteindre une valeur telle qu'elle risquerait d'endommager l'isolant ou d'autres matériaux de parties voisines														
7	Noyaux magnétiques et autres parties en contact avec des enroulements															
8	Noyaux magnétiques et autres parties en contact avec des enroulements	50	—	—	65	—	—	70	—	—	90	—	—	115	—	—
9	Collecteurs et bagues <sup>2)</sup> ouverts ou fermés	50	—	—	60	—	—	70	—	—	80	—	—	90 <sup>3)</sup>	—	—

<sup>1)</sup> Comprend aussi les enroulements d'excitation à couches multiples, si les couches inférieures sont chacune au contact de la circulation de réfrigérant

<sup>2)</sup> Les échauffements du point 9 sont admissibles pourvu que l'isolement utilisé y soit approprié, sauf si collecteur ou bague sont adjacents aux enroulements, auquel cas l'échauffement ne doit pas excéder la valeur admise pour la classe d'isolement de l'enroulement. Les valeurs d'échauffement données ne s'appliquent qu'aux mesures faites avec des thermomètres à réservoir

<sup>3)</sup> Il peut être nécessaire de prendre des précautions spéciales pour l'emploi de la valeur d'échauffement de 90 °C dans le choix des qualités de balais

Notes 1 — Les classes F et H ne doivent être employées qu'après accord entre utilisateur et constructeur

2 — Méthode de l'indicateur interne de température (IIT)

Les détecteurs de température interne sont des thermomètres à résistance ou des thermocouples incorporés à la machine en cours de fabrication en des endroits inaccessibles quand la machine est terminée

Méthode de mesure de la température par détecteurs internes

Pour l'utilisation de la méthode IIT, un nombre minimal de six détecteurs doivent être convenablement répartis autour du stator pendant la fabrication de la machine. On apportera tout le soin voulu pour la sécurité pour placer les détecteurs aux différents endroits où il est probable que les températures les plus hautes apparaîtront, et de telle manière que ces détecteurs soient efficacement protégés du contact avec le réfrigérant

— Deux côtés de bobine par encoche

Quand l'enroulement possède deux côtés de bobine par encoche, chaque détecteur sera placé à l'intérieur de l'encoche entre côtés isolés de bobine

TABLE II (continued)

Item No	Part of machine	Class of insulation														
		A			E			B			F			H		
		Method			Method			Method			Method			Method		
		Therm °C	Res °C	E.T.D °C	Therm °C	Res °C	E.T.D °C	Therm °C	Res °C	E.T.D °C	Therm °C	Res °C	E.T.D °C	Therm °C	Res °C	E.T.D °C
4	a) Low-resistance field windings of more than one layer, and compensating windings	50	50	—	65	65	—	70	70	—	90	90	—	115	115	—
	b) Single-layer windings with exposed bare or varnished metal surfaces <sup>1)</sup>	55	55	—	70	70	—	80	80	—	100	100	—	125	125	—
5	Permanently short-circuited insulated windings	50	—	—	65	—	—	70	—	—	90	—	—	115	—	—
6	Permanently short-circuited uninsulated windings	The temperature rise of these parts shall in no case reach such a value that there is a risk of injury to any insulating or other material on adjacent parts														
7	Magnetic core and other parts not in contact with windings															
8	Magnetic core and other parts in contact with windings	50	—	—	65	—	—	70	—	—	90	—	—	115	—	—
9	Commutators and slip-rings, <sup>2)</sup> open or enclosed	50	—	—	60	—	—	70	—	—	80	—	—	90 <sup>3)</sup>	—	—

<sup>1)</sup> Also includes multiple-layer field windings provided that the underlayers are each in contact with the circulating coolant

<sup>2)</sup> The temperature rises in Item 9 are permissible provided that insulation appropriate to the temperature rise is used, except when the commutator or slip-ring is adjacent to windings in which case the temperature rise shall not exceed that for the winding insulation class. The values of temperature rises given apply only to measurements made by bulb thermometers

<sup>3)</sup> Special precautions may be necessary in using temperature rises of 90 °C in the choice of brush grades

Notes 1 — Classes F and H shall only be used after agreement between manufacturer and purchaser

2 — *Embedded temperature detector (ETD) method*

Embedded temperature detectors are resistance thermometers or thermocouples built into the machine during construction at points which are inaccessible after the machine is completed

*Methods of temperature measurement by embedded temperature detectors*

When the ETD method is used, at least six detectors, suitably distributed round the stator, shall be built into the machine. All reasonable efforts, consistent with safety, shall be made to place the detectors at the various points at which the highest temperatures are likely to occur, in such a manner, that they are effectively protected from contact with the coolant

— *Two coil-sides per slot*

When the winding has two coil-sides per slot, each detector shall be located between insulated coil-sides within the slot