

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

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

**RECOMMANDATION DE LA C E I**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC RECOMMENDATION**

**Publication 34-3**

Troisième édition    Third edition

1968

---

**Machines électriques tournantes**

**Troisième partie: Valeurs nominales et caractéristiques des turbo-machines triphasées à 50 Hz**

---

**Rotating electrical machines**

**Part 3 Ratings and characteristics of three-phase, 50 Hz turbine-type machines**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé  
Genève, Suisse

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA C E I

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I E C RECOMMENDATION

## Publication 34-3

Troisième édition — Third edition

1968

---

### Machines électriques tournantes

Troisième partie Valeurs nominales et caractéristiques des turbo-machines triphasées à 50 Hz

---

### Rotating electrical machines

Part 3 Ratings and characteristics of three-phase, 50 Hz turbine-type machines

---



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

|              | Pages |
|--------------|-------|
| PRÉAMBULE    | 4     |
| PRÉFACE      | 4     |
| INTRODUCTION | 6     |

### SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

#### Articles

|    |                                             |    |
|----|---------------------------------------------|----|
| 1  | Domaine d'application                       | 6  |
| 2  | Tension nominale                            | 6  |
| 3  | Limites de la variation de tension          | 6  |
| 4  | Vitesse                                     | 6  |
| 5  | Essai de court-circuit brusque              | 8  |
| 6  | Enroulements statoriques                    | 8  |
| 7  | Isolation de la machine                     | 8  |
| 8  | Tension d'excitation de la machine          | 8  |
| 9  | Protection contre les courants dans l'arbre | 8  |
| 10 | Survitesse                                  | 8  |
| 11 | Excitatrice principale                      | 10 |
| 12 | Isolation de l'excitatrice                  | 10 |
| 13 | Echauffement des excitatrices               | 10 |
| 14 | Prescriptions générales                     | 10 |

### SECTION DEUX — MACHINES A REFROIDISSEMENT PAR L'AIR

|    |                                         |    |
|----|-----------------------------------------|----|
| 15 | Puissance                               | 10 |
| 16 | Facteur de puissance                    | 10 |
| 17 | Rapport de court-circuit                | 12 |
| 18 | Réactance subtransitoire                | 12 |
| 19 | Echauffement                            | 12 |
| 20 | Température de l'air de refroidissement | 12 |
| 21 | Refroidissement de la machine           | 12 |
| 22 | Réfrigérants d'air                      | 12 |
| 23 | Détecteurs de température               | 14 |
| 24 | Altitude                                | 14 |

### SECTION TROIS — MACHINES A REFROIDISSEMENT PAR L'HYDROGÈNE OU PAR UN LIQUIDE

|                                         |                                                                  |    |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----|
| 25                                      | Puissance                                                        | 14 |
| 26                                      | Pression de l'hydrogène dans l'enveloppe                         | 14 |
| 27                                      | Facteur de puissance                                             | 16 |
| 28                                      | Rapport de court-circuit                                         | 16 |
| 29                                      | Réactance subtransitoire                                         | 16 |
| 30                                      | Enveloppe de la machine et plaques de fermeture des réfrigérants | 16 |
| 31                                      | Boîtes de la machine                                             | 16 |
| 32                                      | Echauffement des machines à refroidissement indirect             | 18 |
| 33                                      | Température de machines à refroidissement direct                 | 18 |
| 34                                      | Température du fluide de refroidissement                         | 18 |
| 35                                      | Refroidissement de la machine                                    | 18 |
| 36                                      | Réfrigérateurs d'hydrogène ou de liquide                         | 18 |
| 37                                      | Indicateurs de température                                       | 20 |
| 38                                      | Circuits de fluide de refroidissement                            | 20 |
| 39                                      | Altitude                                                         | 20 |
| ANNEXE A — Rapidité de réponse relative |                                                                  | 22 |

## CONTENTS

|                                                        | Page |
|--------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD                                               | 5    |
| PREFACE                                                | 5    |
| INTRODUCTION                                           | 7    |
| <br>SECTION ONE — GENERAL                              |      |
| Clause                                                 |      |
| 1 Scope                                                | 7    |
| 2 Voltage                                              | 7    |
| 3 Voltage range                                        | 7    |
| 4 Speed                                                | 7    |
| 5 Sudden short-circuit test                            | 9    |
| 6 Stator windings                                      | 9    |
| 7 Machine insulation                                   | 9    |
| 8 Machine excitation voltage                           | 9    |
| 9 Insulation against shaft current                     | 9    |
| 10 Overspeed                                           | 9    |
| 11 Main exciter                                        | 11   |
| 12 Exciter insulation                                  | 11   |
| 13 Temperature rise of exciters                        | 11   |
| 14 General requirements                                | 11   |
| <br>SECTION TWO — AIR-COOLED MACHINES                  |      |
| 15 Output                                              | 11   |
| 16 Power-factor                                        | 11   |
| 17 Short-circuit ratio                                 | 13   |
| 18 Sub-transient reactance                             | 13   |
| 19 Temperature rise                                    | 13   |
| 20 Cooling-air temperature                             | 13   |
| 21 Machine cooling                                     | 13   |
| 22 Air coolers                                         | 13   |
| 23 Temperature detectors                               | 15   |
| 24 Altitude                                            | 15   |
| <br>SECTION THREE — HYDROGEN OR LIQUID-COOLED MACHINES |      |
| 25 Output                                              | 15   |
| 26 Hydrogen pressure in the casing                     | 15   |
| 27 Power-factor                                        | 17   |
| 28 Short-circuit ratio                                 | 17   |
| 29 Sub-transient reactance                             | 17   |
| 30 Machine housing and cooler cover plates             | 17   |
| 31 Machine terminals                                   | 17   |
| 32 Temperature rise of indirectly cooled machines      | 19   |
| 33 Temperature of directly cooled machines             | 19   |
| 34 Coolant temperature                                 | 19   |
| 35 Machine cooling                                     | 19   |
| 36 Hydrogen or liquid coolers                          | 19   |
| 37 Temperature detectors                               | 21   |
| 38 Coolant system                                      | 21   |
| 39 Altitude                                            | 21   |
| APPENDIX A — Nominal exciter response                  | 23   |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

**Troisième partie: Valeurs nominales et caractéristiques des turbo-machines triphasées à 50 Hz**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux,
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 2A, Turbo-alternateurs, du Comité d'Etudes N° 2 de la CEI Machines tournantes. Elle remplace la deuxième édition de la Publication 34-3 de la CEI parue en 1962

Elle fait partie d'une série de recommandations traitant des machines électriques tournantes, et dont les autres parties sont:

- |                  |                                                                                                                                 |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Première partie  | Valeurs nominales et caractéristiques de fonctionnement, éditée comme Publication 34-1 de la CEI                                |
| Deuxième partie  | Détermination du rendement des machines électriques tournantes, éditée comme Publication 34-2 de la CEI                         |
| Quatrième partie | Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs des machines synchrones, éditée comme Publication 34-4 de la CEI |
| Cinquième partie | Degrés de protection des enveloppes des machines tournantes, éditée comme Publication 34-5 de la CEI                            |

Les travaux de révision commencèrent lors de la réunion tenue à Leningrad en 1964, et continuèrent lors de la réunion tenue à Tokyo en 1965. Un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1966

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

|                                              |                                                  |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Afrique du Sud                               | Italie                                           |
| Allemagne                                    | Japon                                            |
| Australie                                    | Pays-Bas                                         |
| Autriche                                     | Pologne                                          |
| Belgique                                     | Roumanie                                         |
| Corée (République Démocratique Populaire de) | Royaume-Uni                                      |
| Danemark                                     | Suède                                            |
| Etats-Unis d'Amérique                        | Suisse                                           |
| France                                       | Turquie                                          |
| Hongrie                                      | Union des Républiques Socialistes<br>Soviétiques |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES

Part 3: Ratings and characteristics of three-phase, 50 Hz turbine-type machines

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense
- 3) In order to promote this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 2A, Turbine-type generators, of Technical Committee No 2, Rotating machinery. It supersedes the second edition published in 1962.

It constitutes part of a series of recommendations dealing with rotating electrical machinery, other parts being

Part 1, Rating and Performance, issued as IEC Publication 34-1

Part 2, Determination of Efficiency of Rotating Electrical Machinery, issued as IEC Publication 34-2

Part 4, Methods for Determining Synchronous Machine Quantities from Tests, issued as IEC Publication 34-4

Part 5, Degrees of Protection by Enclosures for Rotating Machinery, issued as IEC Publication 34-5

Work on the revision was started at the meeting held in Leningrad in 1964, and continued at the meeting held in Tokyo in 1965. A draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1966.

The following countries voted explicitly in favour of publication

|                                         |                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| Australia                               | Netherlands                         |
| Austria                                 | Poland                              |
| Belgium                                 | Romania                             |
| Denmark                                 | South Africa                        |
| France                                  | Sweden                              |
| Germany                                 | Switzerland                         |
| Hungary                                 | Turkey                              |
| Italy                                   | Union of Soviet Socialist Republics |
| Japan                                   | United Kingdom                      |
| Korea (Democratic People's Republic of) | United States of America            |

## MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

### Troisième partie: Valeurs nominales et caractéristiques des turbo-machines triphasées à 50 Hz

#### INTRODUCTION

La première partie de la Publication 34 donne les règles fondamentales pour les machines tournantes, et les turbo-machines peuvent être construites en conformité avec ces règles générales. La présente partie de la Publication 34 donne les règles complémentaires à celles de la Publication 34-1 qui sont jugées nécessaires pour les turbo-machines triphasées à 50 Hz.

La section un énumère les règles communes aux machines à refroidissement par l'air et aux machines à refroidissement par l'hydrogène ou par un liquide. La section deux énumère d'autres règles pour les turbo-machines à refroidissement par l'air, et la section trois les règles complémentaires auxquelles doivent satisfaire les turbo-machines à refroidissement par l'hydrogène ou par un liquide.

#### SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

##### 1 Domaine d'application

La présente recommandation constitue un complément aux règles fondamentales pour les machines tournantes données dans la Publication 34-1 de la CEI. Machines électriques tournantes, Première partie. Valeurs nominales et caractéristiques de fonctionnement, elle s'applique aux turbo-machines triphasées à 50 Hz, tournant à 1 500 tr/min et 3 000 tr/min de puissance nominale comprise entre 10 MW et 63 MW (refroidissement par l'air) ou égale ou supérieure à 25 MW (refroidissement par l'hydrogène ou par un liquide).

La présente recommandation ne s'applique pas aux machines pour véhicules de traction, navires et aéronefs.

##### 2 Tension nominale

La tension nominale doit être fixée par accord entre le constructeur et l'acheteur.

##### 3 Limites de la variation de tension

Les limites entre lesquelles peut varier la tension aux bornes de la machine à la puissance nominale sont de  $\pm 5\%$  de la tension nominale.

##### 4 Vitesse

La vitesse nominale est de 1 500 tr/min ou 3 000 tr/min.

## ROTATING ELECTRICAL MACHINES

### Part 3: Ratings and characteristics of three-phase, 50 Hz turbine-type machines

#### INTRODUCTION

Part 1 of Publication 34 gives the basic requirements for rotating machines, and turbine-type machines can be built in accordance with those general requirements. This Part of Publication 34 sets out the standard requirements additional to those in Publication 34-1 that are considered necessary for three-phase 50 Hz turbine-type machines.

Section One lists those requirements which are common to air-cooled as well as to hydrogen or liquid-cooled machines. Section Two lists further requirements for air-cooled turbine-type machines and Section Three those additional requirements which hydrogen or liquid-cooled turbine-type machines are required to meet.

#### SECTION ONE — GENERAL

##### 1 Scope

This Recommendation supplements the basic requirements for rotating machines which are given in IEC Publication 34-1: Rotating Electrical Machines, Part 1, Rating and Performance, and is applicable to three-phase, 50 Hz, 1 500 rev/min and 3 000 rev/min turbine-type machines, having rated outputs of 10 MW to 63 MW (air cooled) and 25 MW and above (hydrogen or liquid cooled).

This Recommendation does not apply to machines for traction vehicles, marine service and air transport.

##### 2 Voltage

The rated voltage shall be fixed by agreement between the manufacturer and the purchaser.

##### 3 Voltage range

The voltage range at the machine terminals at rated output shall be  $\pm 5\%$  of the rated voltage.

##### 4 Speed

The rated speed shall be 1 500 rev/min or 3 000 rev/min.

## 5 Essai de court-circuit brusque

La machine doit être construite de façon à pouvoir supporter un court-circuit brusque au régime nominal dans les limites de variation de tension spécifiées à l'article 3

*Si un essai est jugé nécessaire et est spécifié au moment de la commande, il est exécuté comme suit*

Dans les cas des machines reliées directement au réseau, on effectue un essai de court-circuit brusque triphasé à vide sous la tension nominale aux bornes de la machine. Si la machine est reliée au réseau par l'intermédiaire du transformateur ou de la réactance qui fait corps avec la machine, l'essai aux bornes de la machine peut être effectué sous tension réduite de façon à tenir compte de l'impédance du transformateur ou de la réactance. La réduction de la tension d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

L'essai est considéré comme satisfaisant s'il ne se produit pas de déformation nuisible et si à la suite de l'essai de court-circuit brusque, la machine satisfait aux conditions de l'essai diélectrique par tension appliquée (voir article 601 de la Publication 34-1)

## 6 Enroulements statoriques

Les enroulements statoriques peuvent être couplés en étoile ou en triangle, mais sauf spécification expresse et contraire, c'est le couplage en étoile qui est prévu. Dans les deux cas, les six extrémités des enroulements doivent être sorties.

## 7 Isolation de la machine

Il doit être fait usage d'isolation de la classe B ou d'un degré de stabilité thermique supérieur tel que défini par la Publication 85 de la CEI. Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service.

Les essais diélectriques doivent être effectués conformément à la Publication 34-1 de la CEI.

## 8 Tension d'excitation de la machine

Le constructeur doit indiquer la tension d'excitation de la machine à son régime nominal.

## 9 Protection contre les courants dans l'arbre

Des mesures appropriées doivent être prises pour éviter le passage de courants dangereux dans l'arbre.

## 10 Survitesse

Les rotors de machines doivent être essayés à 1,2 fois la vitesse nominale maximale pendant 2 min \*

---

\* Pour les turbo-machines à gaz, il convient de se rapporter également au tableau IX de la Publication 34-1

## 5 Sudden short-circuit test

The machine shall be designed to withstand a sudden short circuit at rated load over the voltage range stated in Clause 3

If a test is considered necessary and stated at the time of the order, it should be carried out in the following manner

For machines directly connected to the system, a three-phase sudden short-circuit test shall be carried out at no load at rated voltage at the machine terminals. For a machine connected to the system through its own unit transformer or reactor, the test at the machine's terminals may be carried out at reduced voltage to take into account the effect of the transformer or reactor impedance. This reduction of test voltage is to be agreed between the manufacturer and the purchaser.

The test is considered satisfactory if no harmful deformation occurs and if the requirements of the dielectric test are met after the sudden short-circuit test (see Clause 601 of Publication 34-1)

## 6 Stator windings

The stator windings may be either star or delta connected, but unless specifically stated to the contrary, star connection will be provided. In either case, all six winding ends shall be brought out

## 7 Machine insulation

Class B insulation, or insulation of a higher thermal classification as defined in IEC Publication 85, Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service, shall be used.

Dielectric tests shall be in accordance with IEC Publication 34-1

## 8 Machine excitation voltage

The manufacturer shall declare the machine excitation voltage at the rated output of the machine

## 9 Insulation against shaft current

Suitable precautions shall be taken to prevent harmful flow of shaft current

## 10 Overspeed

Machine rotors shall be tested at 1.2 times the rated speed for 2 min \*

---

\* For gas turbine-type machines, reference should also be made to Table IX of Publication 34-1

## 11 Excitatrice principale <sup>1)</sup>

Le courant nominal est pris égal à 110 % du courant d'excitation correspondant au régime nominal de la machine à moins qu'une valeur supérieure ne soit spécifiée par accord

La tension nominale est prise égale à 110 % de la tension d'excitation de la machine à moins qu'une valeur supérieure ne soit spécifiée par accord

La tension de plafond ne doit pas être inférieure à 140 % de la tension d'excitation de la machine. La rapidité de réponse relative de l'excitation <sup>2)</sup>, déterminée comme indiqué dans l'annexe A, ne doit pas être inférieure à 0,5

## 12 Isolation de l'excitatrice <sup>1)</sup>

L'isolation de l'excitatrice doit être de la classe A ou d'une classe de stabilité thermique supérieure telle que définie dans la Publication 85 de la CEI

Les essais diélectriques sont effectués en conformité avec la Publication 34-1

## 13 Echauffement des excitatrices <sup>1)</sup>

Les limites d'échauffement doivent être conformes à la Publication 34-1 de la CEI

## 14 Prescriptions générales

Sauf spécification contraire, tout le matériel électrique doit être conforme à la Publication 34-1 et les tolérances qu'elle indique sont applicables

# SECTION DEUX — MACHINES A REFROIDISSEMENT PAR L'AIR

## 15 Puissance

Les puissances nominales des machines à refroidissement par l'air sont:

|     |      |    |    |       |    |      |       |
|-----|------|----|----|-------|----|------|-------|
| MW  | 10   | 12 | 16 | 25    | 40 | 50   | 63    |
| MVA | 12,5 | 15 | 20 | 31,25 | 50 | 62,5 | 78,75 |

*Note* — Si le facteur de puissance indiqué à l'article 16 n'est pas utilisé, la puissance apparente doit être basée sur la puissance active en mégawatts de la liste ci-dessus

## 16 Facteur de puissance

Le facteur de puissance nominal aux bornes de la machine est de 0,8 au moins

<sup>1)</sup> Ces articles s'appliquent en général aux excitatrices tournantes à courant continu à collecteur. Les autres types d'excitatrices nécessitent une étude spéciale et doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur

<sup>2)</sup> Lors de la publication de la révision de la Publication 50(10) de la CEI: VEI Groupe 10, deuxième édition 1956, il pourra être nécessaire de réviser le terme « réponse relative de l'excitation »

## 11 Main exciter <sup>1)</sup>

The rated current of the main exciter shall be 110% of the machine excitation current at the rated output of the machine, unless a higher value is agreed

The rated voltage shall be 110% of the machine excitation voltage at the rated output of the machine, unless a higher value is agreed

The ceiling voltage shall be not less than 140% of the machine excitation voltage. The nominal exciter response <sup>2)</sup>, determined as given in Appendix A, shall be not less than 0.5

## 12 Exciter insulation <sup>1)</sup>

Exciter insulation shall be Class A or that of a higher thermal classification as defined in IEC Publication 85

The dielectric tests shall be in accordance with Publication 34-1

## 13 Temperature rise of exciters <sup>1)</sup>

The temperature-rise limits shall be in accordance with IEC Publication 34-1

## 14 General requirements

Unless otherwise specified, the electrical equipment shall be in accordance with IEC Publication 34-1, and the tolerances set out therein shall apply

# SECTION TWO — AIR-COOLED MACHINES

## 15 Output

Rated outputs of air-cooled machines shall be

|     |      |    |    |       |    |      |       |
|-----|------|----|----|-------|----|------|-------|
| MW  | 10   | 12 | 16 | 25    | 40 | 50   | 63    |
| MVA | 12.5 | 15 | 20 | 31.25 | 50 | 62.5 | 78.75 |

*Note* — If the power-factor given in Clause 16 is not used, the apparent power should be based upon the megawatt rating in the above list

## 16 Power-factor

The rated power-factor at the machine terminals shall be 0.8 lagging

<sup>1)</sup> These clauses apply generally to rotating d.c. commutator type exciters. Other types of exciter equipment will need special consideration and agreement between manufacturer and purchaser

<sup>2)</sup> When the revision of IEC Publication 50(10), IEC Group 10, 2nd edition 1956, is published, a revision of the term "nominal exciter response" may be necessary

## 17 Rapport de court-circuit

La valeur mesurée du rapport de court-circuit à la puissance apparente nominale et sous la tension nominale ne doit pas être inférieure à 0,47

*Note* — La tolérance indiquée par la Publication 34-1 pour le courant de court-circuit permanent n'est pas destinée à être appliquée à la valeur ci-dessus

L'adoption de valeurs dépassant celle indiquée ci-dessus de plus de 50 % est inutile et considérée comme contraire à l'économie

## 18 Réactance subtransitoire

La réactance subtransitoire obtenue à l'essai de court-circuit triphasé de l'article 5 doit avoir une valeur d'au moins 10 %, il n'est pas fixé de limite supérieure. La réactance subtransitoire doit être déterminée d'après la moyenne arithmétique des réactances subtransitoires dans les trois phases, calculées conformément à la Publication 34-4 de la CEI. Machines électriques tournantes, Quatrième partie. Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs des machines synchrones

## 19 Echauffement

Les limites d'échauffement à la tension nominale doivent être conformes à la Publication 34-1 de la CEI

*Note* — La Publication 34-1 de la CEI spécifie des limites d'échauffement. Des valeurs plus faibles peuvent être demandées pour des machines de puissance nominale égale ou supérieure à 50 MW en vue de satisfaire à la pratique en vigueur dans certains pays

## 20 Température de l'air de refroidissement

Les machines doivent être prévues pour une température maximale de l'air de refroidissement de 40 °C, mesurée à l'entrée de la machine

## 21 Refroidissement de la machine

Sauf accord contraire, le système de ventilation doit être du type à air en circuit fermé

## 22 Réfrigérants d'eau

Les réfrigérants doivent être d'une construction telle que, lorsqu'une de leurs parties doit être mise hors fonction pour des travaux d'entretien, l'installation puisse supporter en service continu au moins les deux tiers de la charge nominale sans que l'échauffement spécifié pour la machine soit dépassé. Dans ces conditions, la température de l'air de refroidissement peut être supérieure à 40 °C

Les réfrigérants doivent être prévus pour une température maximale de l'eau de 32 °C à l'entrée et pour une pression minimale de service de 171 617 N/m<sup>2</sup> au-dessus de la pression atmosphérique (272 916 N/m<sup>2</sup> de pression absolue)

La pression d'essai doit être égale à deux fois la pression de service

Si la pression de l'eau dans le réfrigérant est réglée au moyen d'une vanne ou d'un détendeur relié à une canalisation d'eau dont la pression est supérieure à la pression de service du réfrigérant, le réfrigérant doit être prévu pour cette pression supérieure et essayé sous deux fois cette pression sauf spécification contraire

## 17 Short-circuit ratio

The measured value of the short-circuit ratio at rated MVA and rated kV shall be not less than 0.47

*Note* — The tolerance on steady short circuit current, given in Publication 34-1, is not intended to be applied to the above value

To exceed the above value by more than 50% is unnecessary and is considered to be uneconomic

## 18 Sub-transient reactance

Sub-transient reactance as proved by a three-phase short-circuit test carried out as in Clause 5 shall have a minimum value of 10%, no upper limit is placed on the value. This value shall be calculated in accordance with IEC Publication 34-4, Rotating Electrical Machines, Part 4—Methods for Determining Synchronous Machine Quantities from Tests

## 19 Temperature rise

Limits of temperature rise at rated voltage shall be in accordance with IEC Publication 34-1

*Note* — IEC Publication 34-1 specifies limits of temperature rise. Lower values may be required for machines rated at 50 MW and above, to meet the established practice in some countries

## 20 Cooling-air temperature

The machines shall be suitable for a maximum cooling-air temperature, measured at the inlet to the machine, of 40 °C

## 21 Machine cooling

The system of ventilation shall be the closed air-circuit system, unless otherwise agreed

## 22 Air coolers

Coolers shall be designed so that, if one part is intended to be taken out of service for cleaning, the unit can carry at least two-thirds rated load continuously, without the permissible temperature of the machine being exceeded. Under these conditions, the cooling-air temperature may be higher than 40 °C

Coolers shall be designed for a maximum inlet water temperature of 32 °C and a minimum working pressure of 171 617 N/m<sup>2</sup> (gauge) above atmospheric pressure (272 916 N/m<sup>2</sup> absolute)

The test pressure shall be twice the working pressure

If the water pressure in the cooler is controlled by a valve or pressure reducing device connected to a water supply where the pressure is higher than the working pressure of the cooler, the cooler shall be designed for the higher pressure, and tested at twice the higher pressure value unless otherwise agreed

## 23 Détecteurs de température

Il doit être prévu au moins six détecteurs internes de température conformément à la Publication 34-1 de la CEI

Le nombre d'indicateurs de température placés dans les arrivées d'air à la machine doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur

## 24 Altitude

Les machines qui satisfont à la présente recommandation sont prévues pour fonctionner à une altitude ne dépassant pas 1 000 m au-dessus du niveau de la mer

*Note* — Les machines de construction courante peuvent être mises en fonction à des altitudes supérieures à 1 000 m à un régime réduit qui doit faire l'objet d'un accord avec le constructeur

## SECTION TROIS — MACHINES A REFROIDISSEMENT PAR L'HYDROGÈNE OU PAR UN LIQUIDE

*Note* — La présente section s'applique aux machines dont les parties actives sont refroidies indirectement ou directement par de l'hydrogène, par un liquide ou par une combinaison des deux

## 25 Puissance

Les puissances nominales des alternateurs à refroidissement par l'hydrogène ou par un liquide sont

|     |       |    |      |       |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |         |
|-----|-------|----|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|---------|
| MW  | 25    | 40 | 50   | 63    | 80  | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500 * | 630 * | 800 * | 1 000 * |
| MVA | 31,25 | 50 | 62,5 | 78,75 | 100 | 125 | 156 | 188 | 235 | 294 | 376 | 470 | 588   | 700   | 889   | 1 111   |

*Notes 1* — Les puissances apparentes sont basées sur les facteurs de puissance indiqués à l'article 27, leurs valeurs étant arrondies à l'unité la plus voisine pour des puissances actives égales ou supérieures à 125 MW

*2* — Si les facteurs de puissance de l'article 27 ne sont pas utilisés, la puissance apparente doit être basée sur la puissance active en mégawatts de la liste ci-dessus

*3* — Les valeurs marquées d'un astérisque sont provisoires et seront révisées lorsque les puissances utiles des turbines à vapeur dans la gamme correspondante auront été normalisées

## 26 Pression de l'hydrogène dans l'enveloppe

Le constructeur doit indiquer la pression de l'hydrogène dans l'enveloppe, à laquelle la machine produit sa puissance nominale

Les valeurs préférentielles de la pression de l'hydrogène sont les suivantes

|         |         |         |         |         |         |         |                     |                                                               |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|---------------------------------------------------------------|
| 0,5     | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | kgf/cm <sup>2</sup> | } au-dessus de la<br>pression atmosphé-<br>rique<br>(absolue) |
| 49 033  | 98 066  | 196 133 | 294 199 | 392 266 | 490 332 | 588 399 | N/m <sup>2</sup>    |                                                               |
| 150 333 | 199 366 | 297 433 | 395 499 | 493 566 | 591 632 | 689 699 | N/m <sup>2</sup>    |                                                               |

## 23 Temperature detectors

At least six embedded temperature detectors shall be supplied in accordance with IEC Publication 34-1

The number of temperature detectors in the air inlets to the machine shall be as agreed between purchaser and manufacturer

## 24 Altitude

Machines complying with this Recommendation are suitable for operation in situations where the altitude does not exceed 1 000 m above sea level

*Note* — Standard machines may be operated at altitudes above 1 000 m at a reduced rating to be agreed with the manufacturer

## SECTION THREE — HYDROGEN OR LIQUID-COOLED MACHINES

*Note* — This Section is applicable to machines, the active parts of which are cooled either indirectly or directly by hydrogen or a liquid, or a combination of both

## 25 Output

Rated outputs of hydrogen or liquid-cooled machines shall be

|     |       |    |      |       |     |     |     |     |     |     |     |     |       |       |       |         |
|-----|-------|----|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|---------|
| MW  | 25    | 40 | 50   | 63    | 80  | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500 * | 630 * | 800 * | 1 000 * |
| MVA | 31.25 | 50 | 62.5 | 78.75 | 100 | 125 | 156 | 188 | 235 | 294 | 376 | 470 | 588   | 700   | 889   | 1 111   |

*Notes 1* — The apparent powers are based upon the power-factors given in Clause 27, the values being rounded off to the nearest 1 MVA for outputs of 125 MW and above

2 — If the power-factors in Clause 27 are not used, the apparent power should be based upon the megawatts rating in the above list

3 — Figures marked with an asterisk are provisional and are subject to revision when the outputs of steam turbines in this range are standardized

## 26 Hydrogen pressure in the casing

The manufacturer shall indicate at which hydrogen pressure in the casing the machine produces its rated output

The following values of hydrogen pressure are preferred

|         |         |         |         |         |         |         |                     |                                                       |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|-------------------------------------------------------|
| 0.5     | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | kgf/cm <sup>2</sup> | } above atmospheric pressure<br>(gauge)<br>(absolute) |
| 49.033  | 98.066  | 196.133 | 294.199 | 392.266 | 490.332 | 588.399 | N/m <sup>2</sup>    |                                                       |
| 150.333 | 199.366 | 297.433 | 395.499 | 493.566 | 591.623 | 689.699 | N/m <sup>2</sup>    |                                                       |

## 27 Facteur de puissance

Le facteur de puissance nominal aux bornes de la machine est de

- 0,8 arrière pour les machines de puissance nominale inférieure ou égale à 125 MW
- 0,85 arrière pour les machines de puissance nominale comprise entre 160 MW et 500 MW
- 0,9 arrière pour les machines de puissance nominale égale ou supérieure à 630 MW

*Note* — Certain pays estiment qu'il pourrait être plus économique de spécifier des facteurs de puissance supérieurs à ceux indiqués dans le cas des machines de puissance nominale égale ou supérieure à 125 MW

## 28 Rapport de court-circuit

La valeur mesurée du rapport de court-circuit à la puissance apparente nominale et sous la tension nominale ne doit pas être inférieure à

- 0,47 pour une puissance nominale inférieure ou égale à 63 MW
- 0,42 pour une puissance nominale supérieure à 63 MW et inférieure ou égale à 125 MW
- 0,35 pour une puissance nominale supérieure à 125 MW

*Note* — La tolérance indiquée par la Publication 34-1 pour le courant de court-circuit permanent  $n$  est pas applicable aux valeurs ci-dessus

L'adoption de valeurs dépassant celles indiquées ci-dessus de plus de 50% est inutile et considérée comme contraire à l'économie

## 29 Réactance subtransitoire

La réactance subtransitoire doit être déterminée d'après la moyenne arithmétique des réactances subtransitoires dans les trois phases, calculées conformément à la Publication 34-4 de la CEI, mais il n'est pas fixé de limites à ces valeurs

## 30 Enveloppe de la machine et plaques de fermeture des réfrigérants

L'enveloppe entière de la machine et les plaques de fermeture des réfrigérants utilisant un gaz explosif doivent être construites de façon à pouvoir supporter sans danger pour le personnel une explosion interne du gaz, l'enveloppe étant initialement à la pression atmosphérique. L'acheteur peut demander, au moment de la commande, qu'un essai hydraulique soit effectué pour vérifier la robustesse de l'enveloppe et des plaques de fermeture des réfrigérants. Un tel essai consiste à appliquer pendant 15 min une pression d'au moins  $784\,532\text{ N/m}^2$  au-dessus de la pression atmosphérique ( $885\,832\text{ N/m}^2$  absolue)

## 31 Bornes de la machine

Les bornes de la machine doivent satisfaire à un essai, distinct de celui des enroulements de la machine, à 50 Hz à sec dans l'air, d'une durée de 1 min, sous une tension au moins égale à 1,5 fois la tension d'essai des enroulements de la machine

*Note* — Lorsque les bornes sont refroidies par un liquide, il n'est pas nécessaire de raccorder les circuits de liquide pour l'essai

## 27 Power-factor

The rated power-factor at the machine terminals shall be

- 0.8 lagging for machines with rated outputs up to and including 125 MW
- 0.85 lagging for machines with rated outputs from 160 MW to 500 MW
- 0.9 lagging for machines with rated outputs of 630 MW and above

*Note* — Certain countries find that it may be more economical to have power-factors higher than stated for machines of 125 MW and above, or lower than stated for machines of 630 MW and above

## 28 Short-circuit ratio

The measured value of the short-circuit ratio at the rated mVA and rated kV shall be

- for rated outputs not exceeding 63 MW not less than 0.47
- for rated outputs above 63 MW but not exceeding 125 MW not less than 0.42
- for rated outputs above 125 MW not less than 0.35

*Note* — The tolerance on steady short circuit current, given in Publication 34-1, is not intended to be applied to the above values

To exceed the above values by more than 50% of the minimum value is unnecessary and is considered to be uneconomic

## 29 Sub-transient reactance

The sub-transient reactance shall be calculated in accordance with IEC Publication 34-4 but no limits are placed on the values

## 30 Machine housing and cooler cover plates

The complete machine housing and cooler cover plates for use with an explosive gas coolant shall be designed to withstand an internal gas explosion, with the casing initially at atmospheric pressure, without danger to personnel. The purchaser may request, at the time of the order, a hydraulic test to be made to check the strength of the housing and cooler cover plates. Such a test would be the application of a pressure of not less than 784 532 N/m<sup>2</sup> gauge (above atmospheric pressure), or 885 832 N/m<sup>2</sup> absolute, for 15 min

## 31 Machine terminals

Terminal insulators shall be tested independently of the machine winding and they shall withstand for 1 min a 50 Hz dry dielectric test in air of not less than 1.5 times the test voltage of the machine winding

*Note* — When the terminals are liquid cooled, the coolant connections need not be made for the test

### 32 Echauffement des machines à refroidissement indirect

Les limites d'échauffement à la tension nominale doivent être conformes à la Publication 34-1 de la CEI

*Note* — La Publication 34-1 de la CEI spécifie des limites d'échauffement. Pour des machines de puissance nominale égale ou supérieure à 50 MW, des valeurs plus faibles peuvent être demandées pour satisfaire à la pratique en vigueur dans certains pays

### 33 Température des machines à refroidissement direct

Les limites de température, à la tension nominale, des turbo-machines dont les parties actives sont directement refroidies par l'hydrogène ou un liquide doivent être conformes au tableau approprié de la Publication 34-1 de la CEI

Des dispositions spéciales doivent être prises pour assurer la mesure correcte de la température du fluide de refroidissement à sa sortie des parties actives

En mesurant la température du rotor, on ne mesure que la température moyenne et on doit soigneusement s'assurer qu'aucune partie de l'enroulement ne dépasse les limites de température du point chaud indiquées dans la Publication 85 de la CEI

Dans le cas d'une machine dont un enroulement est à refroidissement indirect et un autre à refroidissement direct, les limites de températures ou d'échauffement doivent être conformes aux prescriptions du tableau approprié de la Publication 34-1 de la CEI

### 34 Température du fluide de refroidissement

Les machines doivent être prévues pour une température maximale du ou des fluides de refroidissement de chaque partie active de 40 °C, mesurée à la sortie des réfrigérants

Sur accord entre l'acheteur et le constructeur, les machines peuvent être prévues pour une température maximale du fluide de refroidissement (eau, huile ou hydrogène) de plus de 40 °C, mesurée à la sortie du réfrigérant. Pour les machines à refroidissement indirect, ce sont les dispositions de l'article 517 de la Publication 34-1 qui sont applicables

### 35 Refroidissement de la machine

Le système de refroidissement comprend les réfrigérants, ventilateurs et pompes nécessaires

### 36 Réfrigérants d'hydrogène ou de liquide

Les réfrigérants doivent être d'une construction telle que, si l'une de leurs parties doit être mise hors fonction pour des travaux d'entretien, l'installation puisse supporter en service continu au moins les deux tiers de la charge nominale sans que l'échauffement spécifié pour la machine soit dépassé. Sous ces conditions, la température du gaz de refroidissement peut dépasser la valeur prévue à la construction

Les réfrigérants doivent être prévus pour une température maximale de l'eau à l'entrée de 32 °C et pour une pression de service d'au moins 343 223 N/m<sup>2</sup> au-dessus de la pression atmosphérique, 444 523 N/m<sup>2</sup> absolue

La pression d'essai doit être égale à deux fois la pression de service

Si la pression de l'eau dans le réfrigérant est réglée au moyen d'une vanne ou d'un détendeur relié à une canalisation d'eau dans laquelle la pression est plus élevée que la pression de service du réfrigérant, le réfrigérant doit être prévu pour cette pression plus élevée et essayé sous deux fois cette pression

### 32 Temperature rise of indirectly cooled machines

Limits of temperature rise at rated voltage shall be in accordance with IEC Publication 34-1

*Note* — IEC Publication 34-1 specifies limits of temperature rise. Lower values may be required for machines rated at 50 MW and above to meet the established practice in some countries

### 33 Temperature of directly cooled machines

Limits of temperature at rated voltage for turbine-type machines, having active parts directly cooled by hydrogen or liquid, shall be in accordance with the appropriate table in IEC Publication 34-1

Special precautions shall be taken to ensure the correct measurement of the temperature of the coolant leaving the active parts

In measuring the temperature of the rotor, only the average temperature is measured, and care should be taken to ensure that no part of the winding exceeds the limits for the hot spot temperatures given in IEC Publication 85

In the case of a machine where one winding is indirectly cooled and another winding is directly cooled, the limits of the temperature rise shall be in accordance with the requirements of the appropriate table in IEC Publication 34-1

### 34 Coolant temperature

Machines shall be suitable for a maximum temperature of coolant, or coolants, of each active part of 40 °C, measured at the outlet from the coolers

By agreement between the purchaser and the manufacturer, machines may be designed for a maximum coolant temperature (water, oil or hydrogen) measured at the outlet from the cooler in excess of 40 °C. For indirectly cooled machines, the provisions of Clause 517 of Publication 34-1 will apply

### 35 Machine cooling

The system of cooling shall include the necessary coolers, fans and pumps

### 36 Hydrogen or liquid coolers

Coolers shall be so designed that, if one part is intended to be taken out of service for cleaning, the unit can carry at least two-thirds rated load continuously, without the permissible temperature of the machine being exceeded. Under these conditions, the cooling gas temperature may exceed the design value

Coolers shall be designed for a maximum inlet water temperature of 32 °C for a working pressure of not less than 343 223 N/m<sup>2</sup> above atmospheric pressure (gauge), 444 523 N/m<sup>2</sup> absolute

The test pressure shall be twice the working pressure

If the water pressure in the cooler is controlled by a valve or pressure reducing device connected to a water supply where the pressure is higher than the working pressure of the cooler, the cooler shall be designed for the higher pressure, and tested at twice the higher pressure value unless otherwise agreed