

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
34-3**

Quatrième édition
Fourth edition
1988

Machines électriques tournantes

Troisième partie:

Règles spécifiques pour les turbomachines
synchrones

Rotating electrical machines

Part 3:

Specific requirements for turbine-type
synchronous machines



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 34-3: 1988

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
34-3**

Quatrième édition
Fourth edition
1988

Machines électriques tournantes

Troisième partie:
Règles spécifiques pour les turbomachines
synchrones

Rotating electrical machines

Part 3:
Specific requirements for turbine-type
synchronous machines

© CEI 1988 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 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

Withdrawn

CORRIGENDUM 1

Page 18

Article 14:

Au lieu de

$$(I^2 - I)t = 37,5 \text{ s}$$

lire

$$(I^2 - 1)t = 37,5 \text{ s}$$

Page 20

Article 16.1:

Dans la première ligne, au lieu de

....dans les articles 18...

lire

....dans les articles 19...

Page 19

Clause 14:

Instead of

$$(I^2 - I)t = 37,5 \text{ s}$$

read

$$(I^2 - 1)t = 37,5 \text{ s}$$

Page 21

Clause 16.1

In the first line, instead of

...in clauses 18...

read

...in clauses 19...

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE.....	6
PREFACE	6

Articles

SECTION UN - DOMAINE D'APPLICATION

1. Domaine d'application	10
--------------------------------	----

SECTION DEUX - GENERALITES

2. Règles générales	10
3. Tension assignée	12
4. Vitesse assignée.....	12
5. Plages de variation de tension et de fréquence.....	12
6. Sens de rotation.....	14
7. Enroulements statoriques	14
8. Courant et tension assignés d'excitation de la machine	14
9. Isolation de la machine	14
10. Protection contre les courants d'arbre	16
11. Essai de survitesse.....	16
12. Vitesses critiques	16
13. Diagramme de puissance	16
14. Surintensité de l'enroulement statorique.....	18
15. Court-circuit brusque	18
16. Rapport de court-circuit et réactances transitoire et subtransitoire longitudinales	20
17. Résistance mécanique concernant le nombre de démarrages des turbo-alternateurs normaux.....	22

SECTION TROIS - MACHINES REFROIDIES PAR AIR

18. Facteur de puissance	22
19. Rapport de court-circuit.....	24
20. Refroidissement de la machine	24
21. Température du fluide de refroidissement primaire et échauffements	24
22. Détecteurs de température.....	24
23. Réfrigérants à air	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7

Clause

SECTION ONE - SCOPE

1. Scope	11
----------------	----

SECTION TWO - GENERAL

2. General rules.....	11
3. Rated voltage	13
4. Rated speed.....	13
5. Ranges of voltage and frequency	13
6. Direction of rotation.....	15
7. Stator winding	15
8. Machine rated field current and voltage.....	15
9. Machine insulation.....	15
10. Insulation against shaft current	17
11. Overspeed test.....	17
12. Critical speeds	17
13. Capability diagram.....	17
14. Overcurrent requirements	19
15. Sudden short-circuit	19
16. Short-circuit ratio and direct axis transient and sub-transient reactances.....	21
17. Mechanical strength concerning number of starts for normal generators	23

SECTION THREE - AIR-COOLED MACHINES

18. Power factor	23
19. Short-circuit ratio.....	25
20. Machine cooling.....	25
21. Temperature of primary coolant.....	25
22. Temperature detectors.....	25
23. Air coolers	25

Articles

Pages

SECTION QUATRE - MACHINES REFROIDIES
PAR HYDROGENE OU PAR LIQUIDE

24. Pression de l'hydrogène dans l'enveloppe	26
25. Facteur de puissance	26
26. Rapport de court-circuit.....	28
27. Enveloppe de la machine et plaques de fermeture	28
28. Bornes de l'enroulement statorique.....	28
29. Température des fluides de refroidissement primaires, températures et échauffements de la machine.....	28
30. Altitude	30
31. Détecteurs de température.....	30
32. Réfrigérants à gaz ou à liquide.....	32
33. Systèmes auxiliaires	32

SECTION CINQ - TURBOMACHINES ENTRAINEES
PAR TURBINE A GAZ A COMBUSTION

34. Conditions de fonctionnement	36
35. Caractéristiques assignées et régimes de fonctionnement.....	36
36. Plaque signalétique	42
37. Essais d'échauffement.....	42
38. Fonctionnement en compensateur synchrone	42
FIGURES	44

SECTION FOUR - HYDROGEN-COOLED OR LIQUID-COOLED MACHINES

24. Hydrogen pressure in the casing	27
25. Power factor	27
26. Short-circuit ratio	29
27. Machine housing and cover plates	29
28. Stator winding terminals	29
29. Temperature of primary coolants, temperatures and temperature rises of the machine	29
30. Altitude	31
31. Temperature detectors	31
32. Gas or liquid coolers	33
33. Auxiliary system	33

SECTION FIVE - TURBINE-TYPE MACHINES DRIVEN BY COMBUSTION GAS TURBINES

34. Service conditions	37
35. Rating and capabilities	37
36. Rating plate	43
37. Temperature tests	43
38. Operation as a synchronous compensator	43
FIGURES	44

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ELECTRIQUES TOURNANTESTroisième partie: Règles spécifiques pour les
turbomachines synchrones

PREAMBULE

- 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 l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 2A: Turbo-alternateurs, du Comité d'Etudes n° 2 de la CEI: Machines tournantes.

Cette quatrième édition de la Publication 34-3 de la CEI remplace la troisième édition, parue en 1968.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
2A(BC)17 2A(BC)22 2A(BC)23 2A(BC)24 2A(BC)25 2A(BC)30	2A(BC)18 2A(BC)31 2A(BC)27 2A(BC)32 2A(BC)28 2A(BC)35	2A(BC)20	2A(BC)26

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette norme fait partie d'une série de publications traitant de machines électriques tournantes dont les autres parties sont:

- Première partie: Valeurs nominales et caractéristiques de fonctionnement, éditée comme Publication 34-1 de la CEI.
- Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction), éditée comme Publication 34-2 de la CEI.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINESPart 3: Specific requirements for turbine-type
synchronous 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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 2A: Turbine-type generators, of IEC Technical Committee No. 2: Rotating machinery.

This fourth edition of IEC Publication 34-3 supersedes the third edition published in 1968.

The text of this standard is based on the following documents:

Six Months' Rule	Reports on voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
2A(C0)17 2A(C0)22 2A(C0)23 2A(C0)24 2A(C0)25 2A(C0)30	2A(C0)18 2A(C0)31 2A(C0)27 2A(C0)32 2A(C0)28 2A(C0)35	2A(C0)20	2A(C0)26

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

This standard constitutes part of a series of publications dealing with rotating electrical machinery, the other parts being:

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

Part 2: Methods for Determining Losses and Efficiency of Rotating Electrical Machinery from Tests (excluding Machines for Traction Vehicles), issued as IEC Publication 34.2.

- Quatrième partie: Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs synchrones, éditée comme Publication 34-4 de la CEI.
- Cinquième partie: Classification des degrés de protection procurés par enveloppes des machines tournantes, éditée comme Publication 34-5 de la CEI.
- Sixième partie: Modes de refroidissement des machines tournantes, éditée comme Publication 34-6 de la CEI.
- Septième partie: Symboles pour les formes de construction et les dispositions de montage des machines électriques tournantes, éditée comme Publication 34-7 de la CEI.
- Huitième partie: Marques d'extrémités et sens de rotation des machines tournantes, éditée comme Publication 34-8 de la CEI.
- Neuvième partie: Limites du bruit, éditée comme Publication 34-9 de la CEI.
- Dixième partie: Conventions relatives à la description des machines synchrones, éditée comme Publication 34-10 de la CEI.
- Onzième partie: Protection thermique incorporée, Chapitre I: Règles concernant la protection des machines électriques tournantes, éditée comme Publication 34-11 de la CEI.
- Douzième partie: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse pour des tensions d'alimentation inférieures ou égales à 660 V, éditée comme Publication 34-12 de la CEI.
- Treizième partie: Spécification pour les moteurs auxiliaires pour laminoirs, éditée comme Publication 34-13 de la CEI.
- Quatorzième partie: Vibrations mécaniques de certaines machines de hauteur d'axe supérieures ou égale à 56 mm - Mesurage, évaluation et limites de l'intensité vibratoire, éditée comme Publication 34-14 de la CEI.

La publication suivante de la CEI est citée dans la présente norme:

Publication n° 45 (1970): Spécification des turbines à vapeur.

- Part 4: Methods for Determining Synchronous Machine Quantities from Tests, issued as IEC Publication 34-4.
- Part 5: Classification of Degrees of Protection provided by Enclosures for Rotating Machines, issued as IEC Publication 34-5.
- Part 6: Methods of Cooling Rotating Machinery, issued as IEC Publication 34-6.
- Part 7: Symbols for Types of Construction and Mounting Arrangements of Rotating Electrical Machinery, issued as IEC Publication 34-7.
- Part 8: Terminal Markings and Direction of Rotation of Rotating Machines, issued as IEC Publication 34-8.
- Part 9: Noise Limits, issued as IEC Publication 34-9.
- Part 10: Conventions for Description of Synchronous Machines, issued as IEC Publication 34-10.
- Part 11: Built-in Thermal Protection, Chapter 1: Rules for Protection of Rotating Electrical Machines, issued as IEC Publication 34-11.
- Part 12: Starting Performance of Single-speed Three-phase Cage Induction Motors for Voltages up to and Including 600 V, issued as IEC Publication 34-12.
- Part 13: Specification for Mill Auxiliary Motors, issued as IEC Publication 34-13.
- Part 14: Mechanical Vibration of Certain Machines with Shaft Heights 56 mm and Higher - Measurement, Evaluation and Limits of the Vibration Severity, issued as IEC Publication 34-14.

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publication No. 45 (1970): Specification for Steam Turbines.

MACHINES ELECTRIQUES TOURNANTES

Troisième partie: Règles spécifiques pour les turbomachines synchrones

SECTION UN - DOMAINE D'APPLICATION

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux turbomachines triphasées de puissance assignée supérieure ou égale à 10 MVA, utilisées en alternateurs.

Les articles appropriés concernent également les machines utilisées en moteurs ou en compensateurs synchrones.

Cette norme constitue un complément aux règles fondamentales pour les machines tournantes, données dans la Publication 34-1 de la CEI.

Cette norme ne s'applique pas aux machines déjà exclues du domaine d'application de la Publication 34-1 de la CEI.

La section deux de cette norme comprend les règles spécifiques communes à toutes les turbomachines.

La section trois de cette norme énumère d'autres règles pour les turbomachines refroidies par air.

La section quatre de cette norme précise les règles complémentaires auxquelles doivent satisfaire les turbomachines refroidies par hydrogène ou par un liquide.

La section cinq de cette norme traite des règles spécifiques aux turbomachines entraînées par turbines à gaz à combustion.

Notes 1.- Les règles spécifiques pour excitatrices, aussi bien statiques que tournantes, sont à l'étude, et il est prévu qu'elles constitueront la section six de la Publication 34-3.

2.- Les essais de détermination du rendement et des grandeurs des machines synchrones sont traités respectivement dans les Publications 34-2 et 34-4.

SECTION DEUX - GENERALITES

2. Règles générales

Les turbomachines doivent être en conformité avec les règles générales pour les machines tournantes données dans la Publication 34-1 de la CEI, à moins que des règles différentes ne soient spécifiées dans la présente norme. Chaque fois qu'il est fait référence à un accord dans cette norme, cela doit être compris comme un accord entre le constructeur et l'acheteur.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES

Part 3: Specific requirements for turbine-type synchronous machines

SECTION ONE - SCOPE

1. Scope

This standard applies to three-phase turbine-type machines, having rated outputs of 10 MVA and above, used as generators.

Those clauses that are appropriate apply to machines used as synchronous motors or compensators.

This standard supplements the basic requirements for rotating machines given in IEC Publication 34-1.

This standard does not apply to those machines which are excluded from the scope of IEC Publication 34-1.

Section Two of this standard gives the specific requirements common to all turbine-type machines.

Section Three of this standard specifies further requirement for air-cooled turbine-type machines.

Section Four of this standard specifies additional requirements for hydrogen or liquid cooled turbine-type machines.

Section Five of this standard gives the specific requirements for turbine-type machines driven by combustion gas-turbines.

Notes 1.- Specific requirements for both rotating and static exciters are under consideration and it is intended that these will form Section Six of Publication 34-3.

2.- Tests for determining the efficiency and the quantities of synchronous machines are dealt with in Publications 34-2 and 34-4 respectively.

SECTION TWO - GENERAL

2. General rules

Turbine-type machines shall be in accordance with the basic requirements for rotating machines specified in IEC Publication 34-1 unless otherwise specified in this standard. Wherever in this standard there is reference to an agreement, it shall be understood that this is an agreement between the manufacturer and the purchaser.

3. Tension assignée

La tension assignée doit être fixée par accord.

4. Vitesse assignée

La vitesse assignée doit être de 1 500 tr/min ou 3 000 tr/min pour les machines à 50 Hz, et de 1 800 tr/min ou 3 600 tr/min pour les machines à 60 Hz.

5. Plages de variation de tension et de fréquence

Les machines doivent pouvoir fonctionner en permanence, à la puissance assignée et au facteur de puissance assigné dans des limites de $\pm 5\%$ en tension et de $\pm 2\%$ en fréquence, comme défini par la zone hachurée de la figure 1.

Les échauffements limites des tableaux I et II, ou les températures limites totales du tableau III de la Publication 34-1 de la CEI doivent s'appliquer uniquement aux tension et fréquence assignées.

Notes 1.- Lorsque le point de fonctionnement s'éloigne des tension et fréquence assignées, les échauffements ou les températures totales peuvent augmenter progressivement. Un fonctionnement continu à la puissance assignée, à certains endroits de la limite extrême de la zone hachurée, provoque une augmentation des échauffements pouvant atteindre environ 10 K. Les machines fonctionneront également à la puissance assignée et au facteur de puissance assigné dans les limites de $\pm 5\%$ en tension et $+3\%$, -5% en fréquence, comme défini par les limites extrêmes extérieures de la figure 1, mais les échauffements seront supérieurs.

2.- En conséquence, dans le but de minimiser la réduction de durée de vie de la machine sous l'effet de la température ou des différences de température, il convient que le fonctionnement à l'extérieur de la zone hachurée soit limité en étendue, durée et fréquence d'apparition. Il est recommandé que la puissance soit réduite ou que d'autres mesures correctives soient prises le plus rapidement possible.

Si le fonctionnement dans une plage de tension ou de fréquence encore plus étendue est spécifié, il convient que cela fasse l'objet d'un accord.

3.- On considère qu'un fonctionnement à la fois à tension élevée et fréquence basse ou à tension basse et fréquence élevée est improbable. Le premier cas est la condition la plus probable pour laquelle l'échauffement de l'enroulement d'excitation est augmenté.

La figure 1 montre le fonctionnement dans ces quadrants limité aux conditions pour lesquelles la machine et son transformateur ne sont pas sursaturés ou sous-saturés de plus de 5%.

3. Rated voltage

The rated voltage shall be fixed by agreement.

4. Rated speed

The rated speed shall be 1 500 rev/min or 3 000 rev/min for 50 Hz machines, and 1 800 rev/min or 3 600 rev/min for 60 Hz machines.

5. Ranges of voltage and frequency

Machines shall be capable of continuous rated output at the rated power factor over the ranges of $\pm 5\%$ in voltage and $\pm 2\%$ in frequency, as defined by the shaded area of Figure 1.

The temperature rise limits in Tables I and II, or the total temperature limits in Table III of IEC Publication 34-1 shall apply at the rated voltage and frequency only.

Notes 1.- As the operating point moves away from the rated values of voltage and frequency, the temperature rise or total temperatures may progressively increase. Continuous operation at rated output at certain parts of the boundary of the shaded area causes temperature rises to increase by up to 10 K approximately. Machines will also carry output at rated power factor within the ranges of $\pm 5\%$ in voltage and $+3\%/-5\%$ in frequency, as defined by the outer boundary of Figure 1, but temperature rises will be further increased.

2.- Therefore, to minimise the reduction of the machine's lifetime due to the effects of temperature or temperature differences, operation outside the shaded area should be limited in extent, duration and frequency of occurrence. The output should be reduced or other corrective measures taken as soon as practicable.

If operation over a still wider range of voltage or frequency is required, this should be the subject of an agreement.

3.- It is considered that overvoltage together with low frequency, or low voltage with overfrequency, are unlikely operating conditions. The former is the condition most likely to increase the temperature rise of the field winding.

Figure 1 shows operation in these quadrants restricted to conditions that will cause the machine and its transformer to be over- or under-fluxed by no more than 5%.