

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Rotating electrical machines –
Part 3: Specific requirements for synchronous generators driven by steam
turbines or combustion gas turbines and for synchronous compensators**

**Machines électriques tournantes –
Partie 3: Exigences spécifiques pour les alternateurs synchrones entraînés
par des turbines à vapeur ou par des turbines à gaz et pour les compensateurs
synchrones**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.01

ISBN 978-2-8322-8084-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 General	8
4.1 General rules	8
4.2 Rated conditions	9
4.2.1 Generators	9
4.2.2 Compensators	9
4.3 Rated voltage	9
4.4 Power factor	9
4.5 Rated speed	10
4.6 Ranges of voltage and frequency	10
4.7 Direction of rotation	11
4.8 Stator winding, output voltage	11
4.9 Winding insulation	11
4.9.1 Insulation systems, thermal class	11
4.9.2 Withstand voltage tests	11
4.10 Insulation against shaft current	12
4.11 Overspeed test	12
4.12 Critical speeds	12
4.13 P - Q capability diagram	12
4.14 Overcurrent requirements	14
4.14.1 General	14
4.14.2 Stator current	14
4.14.3 Rotor field current	14
4.15 Unbalanced currents and current harmonics capability	15
4.15.1 Negative sequence current	15
4.15.2 Current harmonics	15
4.16 Sudden short circuit	16
4.17 Synchronisation	16
4.18 Short circuit ratio (SCR)	17
4.19 Direct axis transient and subtransient reactances	17
4.20 Tolerances on short circuit ratio and direct axis transient and subtransient reactances	17
4.21 Mechanical conditions for rotors	17
4.21.1 Number of starts	17
4.21.2 Turning gear operation	18
4.22 Coolers	18
5 Air-cooled generators or compensators	18
5.1 General	18
5.2 Cooling system	18
5.3 Temperature of primary coolant	19
5.3.1 General	19
5.3.2 Temperature detectors	19
6 Hydrogen-cooled or liquid-cooled generators or compensators	19

6.1	General.....	19
6.2	Hydrogen pressure and purity in the casing	19
6.3	Machine housing and cover plates	20
6.4	Stator winding terminals.....	20
6.5	Temperature of primary coolants, temperatures and temperature rises	20
6.6	Temperature detectors.....	20
6.7	Auxiliary systems	21
7	Generators for combustion gas turbines or combined cycle applications	21
7.1	General.....	21
7.2	Service conditions.....	21
7.2.1	General	21
7.2.2	Primary coolant temperature.....	22
7.2.3	Number of starts.....	22
7.2.4	Application of load	22
7.3	Rated output	22
7.4	Capabilities	22
7.4.1	General	22
7.4.2	Base capability	22
7.4.3	Temperature rise and temperatures at base capability	24
7.4.4	Peak capability	24
7.5	Rating plate	25
7.6	Temperature tests.....	25
Annex A	(normative) Precautions to be taken when using hydrogen- cooled synchronous generators or compensators	26
A.1	General.....	26
A.2	Hydrogen purity	26
A.3	Normal operating conditions.....	26
A.4	Protective measures for sliprings and coupled exciters	26
A.5	Auxiliary equipment	27
A.5.1	General	27
A.5.2	Degassing tanks	27
A.5.3	Gas dryer	27
A.5.4	Instrumentation, control devices	27
A.5.5	Electrical connections	27
A.5.6	Containment of hydrogen.....	28
A.5.7	Accumulation of hydrogen-air mixture	29
A.5.8	Vent pipes	29
A.5.9	Adjacent area	29
A.6	Operation of the generator and its auxiliary equipment.....	29
A.6.1	Sources of ignition	29
A.6.2	Hydrogen-air mixture	29
A.6.3	Air or hydrogen displacement	29
A.6.4	Seal oil supply and hydrogen pressure	30
A.6.5	Gas tightness	30
A.6.6	Water system	31
A.7	Guidance for adequate ventilation.....	31
Bibliography		33
Figure 1	– Operation over ranges of voltage and frequency	10

Figure 2 – Typical P - Q capability diagram of a generator	13
Figure 3 – Typical generator capability curves	23
Figure A.1 – Example of a large hydrogen supply unit feeding one or more generators (simplified diagram)	32

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

**Part 3: Specific requirements for synchronous generators
driven by steam turbines or combustion gas turbines
and for synchronous compensators**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60034-3 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

This seventh edition cancels and replaces the sixth edition published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) title modified;
- b) scope extended to synchronous compensators;
- c) rotor overcurrent requirements added;
- d) impact of stator harmonics on rotor unbalanced load capability introduced;
- e) synchronisation requirements added;

- f) adjustments of temperatures or temperature rise revised for gas turbine applications;
- g) requirements for auxiliaries updated.

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

FDIS	Report on voting
2/1987/FDIS	2/1993/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of IEC 60034 series, published under the general title *Rotating electrical machines*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 3: Specific requirements for synchronous generators driven by steam turbines or combustion gas turbines and for synchronous compensators

1 Scope

This part of IEC 60034 applies to large three-phase synchronous generators, having rated outputs of 10 MVA and above driven by steam turbines or combustion gas turbines. Also included are synchronous Mvar compensators of the same output range connected to a grid for the purpose of exchanging reactive power.

This document supplements basic requirements for rotating machines given in IEC 60034-1.

Common requirements are specified together with specific requirements for air, hydrogen or liquid cooled synchronous generators or compensators.

This document also gives the precautions to be taken when using hydrogen cooled generators including:

- rotating exciters driven by synchronous generators;
- auxiliary equipment needed for operating the generators;
- parts of the building where hydrogen might accumulate.

These requirements also apply to a synchronous generator driven by both a steam turbine and a combustion gas turbine as part of a single shaft combined cycle unit.

These requirements do not apply to synchronous generators driven by water (hydraulic) turbines or wind turbines.

NOTE The precautions taken when using hydrogen are valid for all cases where hydrogen is used as a coolant.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034-1:2017, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-4-1, *Rotating electrical machines – Part 4-1: Methods for determining electrically excited synchronous machine quantities from tests*

IEC 60045-1, *Steam turbines – Part 1: Specifications*

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	37
1 Domaine d'application	39
2 Références normatives	39
3 Termes et définitions	40
4 Généralités	40
4.1 Règles générales	40
4.2 Conditions assignées	41
4.2.1 Alternateurs	41
4.2.2 Compensateurs	41
4.3 Tension assignée	41
4.4 Facteur de puissance	41
4.5 Vitesse assignée	42
4.6 Plages de tensions et de fréquences	42
4.7 Sens de rotation	43
4.8 Enroulements statoriques, tension aux bornes	44
4.9 Isolation des enroulements	44
4.9.1 Systèmes d'isolation, classe thermique	44
4.9.2 Essais de tenue en tension	44
4.10 Protection contre les courants d'arbre	44
4.11 Essai de survitesse	44
4.12 Vitesses critiques	45
4.13 Diagramme de puissance $P-Q$	45
4.14 Surintensité de l'enroulement statorique	46
4.14.1 Généralités	46
4.14.2 Courant statorique	47
4.14.3 Courant d'excitation	47
4.15 Capacités en déséquilibre de courants et en harmoniques de courant	48
4.15.1 Composante inverse du courant statorique	48
4.15.2 Harmoniques de courant	48
4.16 Court-circuit brusque	49
4.17 Synchronisation	49
4.18 Rapport de court-circuit	50
4.19 Réactances transitoire et subtransitoire longitudinales	50
4.20 Tolérances sur le rapport de court-circuit et les réactances transitoire et subtransitoire longitudinales	51
4.21 Conditions mécaniques pour les rotors	51
4.21.1 Nombre de démarrages	51
4.21.2 Fonctionnement en virage	51
4.22 Réfrigérants	51
5 Alternateurs ou compensateurs refroidis par air	52
5.1 Généralités	52
5.2 Système de refroidissement	52
5.3 Température du fluide de refroidissement primaire	52
5.3.1 Généralités	52
5.3.2 Détecteurs de température	52
6 Alternateurs ou compensateurs refroidis par hydrogène ou par liquide	52

6.1	Généralités	52
6.2	Pression et pureté de l'hydrogène dans l'enveloppe	53
6.3	Enveloppe de la machine et plaques de fermeture	53
6.4	Bornes de l'enroulement statorique	53
6.5	Température des fluides de refroidissement primaires, températures et échauffements	54
6.6	Détecteurs de température	54
6.7	Systèmes auxiliaires	54
7	Alternateurs pour turbines à gaz ou installations à cycles combinés	55
7.1	Généralités	55
7.2	Conditions de fonctionnement	55
7.2.1	Généralités	55
7.2.2	Température du fluide de refroidissement primaire	55
7.2.3	Nombre de démarrages	56
7.2.4	Application de la charge	56
7.3	Puissance assignée	56
7.4	Régimes de fonctionnement	56
7.4.1	Généralités	56
7.4.2	Performance en régime de base	56
7.4.3	Echauffements et températures pour la performance en régime de base	58
7.4.4	Performance en régime de pointe	59
7.5	Plaque signalétique	59
7.6	Essais d'échauffement	59
Annexe A (normative)	Précautions d'usage pour l'utilisation d'alternateurs ou de compensateurs synchrones refroidis par hydrogène	60
A.1	Généralités	60
A.2	Pureté de l'hydrogène	60
A.3	Conditions normales d'exploitation	60
A.4	Mesures de protection pour bagues collectrices et excitatrices accouplées	60
A.5	Équipements auxiliaires	61
A.5.1	Généralités	61
A.5.2	Dégazeurs	61
A.5.3	Sécheur de gaz	61
A.5.4	Instrumentation et appareils de commande	61
A.5.5	Raccordements électriques	61
A.5.6	Confinement de l'hydrogène	62
A.5.7	Accumulation de mélange hydrogène-air	63
A.5.8	Tuyauteries d'évacuation	63
A.5.9	Zones adjacentes	63
A.6	Fonctionnement de l'alternateur et de ses équipements auxiliaires	63
A.6.1	Source d'inflammation	63
A.6.2	Mélange hydrogène-air	63
A.6.3	Déplacement d'hydrogène ou d'air	64
A.6.4	Alimentation en huile et pression d'hydrogène	64
A.6.5	Étanchéité	64
A.6.6	Circuit d'eau	65
A.7	Consignes de ventilation	65
Bibliographie		67

Figure 1 – Fonctionnement dans les limites de tension et de fréquence	43
Figure 2 – Diagramme de puissance P - Q type d'un alternateur	46
Figure 3 – Courbes types des performances de l'alternateur	58
Figure A.1 – Exemple d'unité d'alimentation en hydrogène de grande taille pour l'alimentation d'un ou de plusieurs alternateurs (schéma simplifié).....	66

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 3: Exigences spécifiques pour les alternateurs synchrones entraînés par des turbines à vapeur ou par des turbines à gaz et pour les compensateurs synchrones

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60034-3 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes.

Cette septième édition annule et remplace la sixième édition parue en 2007. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) modification du titre;
- b) extension du domaine d'application aux compensateurs synchrones;

- c) ajout d'exigences concernant la surintensité du rotor;
- d) introduction de l'impact des harmoniques statoriques sur la performance de la charge déséquilibrée du rotor;
- e) ajout d'exigences concernant la synchronisation;
- f) révision des ajustements des températures ou des échauffements pour les installations de type turbines à gaz;
- g) mise à jour des exigences concernant les auxiliaires.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2/1987/FDIS	2/1993/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60034, publiées sous le titre général *Machines électriques tournantes*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 3: Exigences spécifiques pour les alternateurs synchrones entraînés par des turbines à vapeur ou par des turbines à gaz et pour les compensateurs synchrones

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034 s'applique aux alternateurs triphasés synchrones de grande taille, de puissance assignée supérieure ou égale à 10 MVA, entraînés par des turbines à vapeur ou par des turbines à gaz. Elle inclut également les compensateurs Mvar synchrones de même puissance connectés à un réseau, destinés à échanger de la puissance réactive.

Le présent document constitue un complément aux exigences de base pour les machines tournantes données dans l'IEC 60034-1.

Les exigences communes sont spécifiées avec les exigences spécifiques pour les alternateurs ou compensateurs synchrones refroidis par air, par hydrogène ou par un liquide.

Le présent document donne également les précautions à prendre lors de l'utilisation des alternateurs refroidis par hydrogène, y compris:

- les excitatrices tournantes entraînées par des alternateurs synchrones;
- les équipements auxiliaires nécessaires au fonctionnement des alternateurs;
- les parties de l'immeuble où l'hydrogène pourrait s'accumuler.

Ces exigences s'appliquent également aux alternateurs synchrones entraînés à la fois par une turbine à vapeur et une turbine à gaz en tant que partie d'une unité à cycle combiné et arbre unique.

Ces exigences ne s'appliquent pas aux alternateurs synchrones entraînés par turbines à eau (hydrauliques) ou à vent.

NOTE Les précautions d'usage pour l'utilisation de l'hydrogène sont valables dans tous les cas où l'hydrogène est utilisé comme fluide de refroidissement.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60034-1:2017, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

IEC 60034-4-1, *Machines électriques tournantes – Partie 4-1: Méthodes pour la détermination, à partir d'essais, des grandeurs des machines synchrones à excitation électrique*

IEC 60045-1, *Turbines à vapeur – Partie 1: Spécifications*

IEC 60079 (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

IEC 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*