

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Machines électriques tournantes –
Partie 3: Règles spécifiques pour les alternateurs synchrones entraînés par
turbines à vapeur ou par turbines à gaz à combustion**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 General	7
4.1 General rules	7
4.2 Rated conditions	7
4.3 Rated voltage	7
4.4 Power factor	7
4.5 Rated speed	7
4.6 Ranges of voltage and frequency	8
4.7 Direction of rotation	8
4.8 Stator winding	9
4.9 Generator rated field current and voltage	9
4.10 Winding insulation	9
4.10.1 Thermal class	9
4.10.2 Withstand voltage tests	9
4.11 Insulation against shaft current.....	9
4.12 Over-speed test.....	9
4.13 Critical speeds	9
4.14 P-Q capability diagram	9
4.15 Overcurrent requirements.....	11
4.16 Sudden short circuit	11
4.17 Short-circuit ratio.....	12
4.18 Direct axis transient and subtransient reactances for generators	12
4.19 Tolerances on short-circuit ratio and direct axis transient and subtransient reactances	12
4.20 Mechanical conditions for rotors.....	12
4.20.1 Number of starts.....	12
4.20.2 Turning near operation	12
4.21 Coolers	13
5 Air-cooled generators	13
5.1 General	13
5.2 Generator cooling.....	13
5.3 Temperature of primary coolant.....	13
5.3.1 Temperature detectors	14
6 Hydrogen-cooled or liquid-cooled generators.....	14
6.1 General	14
6.2 Hydrogen pressure and purity in the casing.....	14
6.3 Generator housing and cover plates	14
6.4 Stator winding terminals	14
6.5 Temperature of primary coolants, temperatures and temperature rises of the generator	14
6.6 Temperature detectors	15
6.7 Auxiliary system	15

7	Generators for combustion gas turbines or combined cycle applications	16
7.1	General	16
7.2	Service conditions	16
7.2.1	General	16
7.2.2	Primary coolant temperature	16
7.2.3	Number of starts	16
7.2.4	Application of load	16
7.3	Rated output	16
7.4	Capabilities	17
7.4.1	General	17
7.4.2	Base capability	17
7.4.3	Temperature rise and temperature at base capability	18
7.4.4	Peak capability	19
7.5	Rating plate	19
7.6	Temperature tests	19
	Annex A (normative) Precautions to be taken when using hydrogen cooled turbine-driven synchronous generators	20
	Bibliography	27
	Figure 1 – Operation over ranges of voltage and frequency	8
	Figure 2 – Typical P-Q capability diagram	10
	Figure 3 – Typical generator capability curves	18
	Figure A.1 – Example of a large hydrogen supply unit feeding one or more generators (simplified diagram)	26

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

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

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 far 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2005. This edition constitutes a technical revision. The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

The contents is now restricted to synchronous generators driven by steam turbines or combustion gas turbines, but covers as well cylindrical rotor and salient-pole generators;

- synchronous motors have been taken out of the scope of part 3.

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

FDIS	Report on voting
2/1461/FDIS	2/1474/RVD

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

This publication 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 publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication 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

1 Scope

This part of IEC 60034 applies to three-phase synchronous generators, having rated outputs of 10 MVA and above driven by steam turbines or combustion gas turbines. It supplements the basic requirements for rotating machines given in IEC 60034-1.

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

This part of IEC 60034 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

NOTE 1 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.

NOTE 2 These requirements do not apply to synchronous generators driven by water (hydraulic) turbine or wind turbine.

NOTE 3 The precautions to be taken when using hydrogen are valid for all cases where hydrogen is used as a coolant.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

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

IEC 60015-1, *Steam turbines – Part 1: Specifications*

IEC 60079 (all parts), *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives	32
3 Termes et définitions	32
4 Généralités	33
4.1 Règles générales	33
4.2 Conditions assignées	33
4.3 Tension assignée	33
4.4 Facteur de puissance	33
4.5 Vitesse assignée	33
4.6 Plages de variation de tension et de fréquence	34
4.7 Sens de rotation	35
4.8 Enroulements statoriques	35
4.9 Courant et tension assignés d'excitation de l'alternateur	35
4.10 Isolation de l'alternateur	35
4.10.1 Classe thermique	35
4.10.2 Essais de tenue en tension	35
4.11 Protection contre les courants d'arbre	35
4.12 Essai de survitesse	35
4.13 Vitesses critiques	36
4.14 Diagramme de puissance P-Q	36
4.15 Surintensité de l'enroulement statorique	37
4.16 Court-circuit brusque	38
4.17 Rapports de court-circuit	38
4.18 Réactances transitoire et subtransitoire longitudinales pour alternateurs	38
4.19 Tolérances sur le rapport de court-circuit et réactances transitoire et subtransitoire longitudinales	39
4.20 Conditions mécaniques pour les rotors	39
4.20.1 Nombre de démarrages	39
4.20.2 Fonctionnement en virage	39
4.21 Réfrigérants	39
5 Alternateurs refroidis par air	40
5.1 Généralités	40
5.2 Refroidissement de l'alternateur	40
5.3 Température du fluide de refroidissement primaire	40
5.3.1 Détecteurs de température	40
6 Alternateurs refroidis par hydrogène ou par liquide	41
6.1 Généralités	41
6.2 Pression et pureté de l'hydrogène dans l'enveloppe	41
6.3 Enveloppe de l'alternateur et plaques de fermeture	41
6.4 Bornes de l'enroulement statorique	41
6.5 Température des fluides de refroidissement primaires, températures et échauffements de l'alternateur	41
6.6 Détecteurs de température	42
6.7 Systèmes auxiliaires	42
7 Alternateurs pour turbines à gaz à combustion ou installations à cycles combinés	43

7.1	Généralités.....	43
7.2	Conditions de fonctionnement	43
7.2.1	Généralités.....	43
7.2.2	Température du fluide de refroidissement primaire	43
7.2.3	Nombre de démarrages	44
7.2.4	Application de la charge	44
7.3	Puissance assignée.....	44
7.4	Régimes de fonctionnement	44
7.4.1	Généralités.....	44
7.4.2	Performance en régime de base	44
7.4.3	Echauffements et températures pour la performance en régime de base	46
7.4.4	Performance en régime de pointe	46
7.5	Plaque signalétique.....	46
7.6	Essais d'échauffement	46
Annexe A (normative) Précautions à prendre en utilisant les alternateurs synchrones entraînés par turbine utilisant l'hydrogène comme fluide de refroidissement.....		47
Bibliographie.....		54
Figure 1 – Fonctionnement dans les limites de tension et de fréquence		34
Figure 2 – Diagramme de fonctionnement P-Q typique		37
Figure 3 – Courbes types des performances de l'alternateur.....		45
Figure A.1 – Exemple d'une grande unité d'alimentation en hydrogène pour l'alimentation d'un ou de plusieurs alternateurs (schéma simplifié).....		53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 3: Règles spécifiques pour les alternateurs synchrones entraînés par turbines à vapeur ou par turbines à gaz à combustion

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition publiée en 2005 dont elle constitue une révision technique. Les modifications techniques significatives par rapport à l'édition antérieure sont les suivantes:

- le contenu est limité aux alternateurs synchrones entraînés par turbines à vapeur ou par turbines à gaz à combustion mais couvre aussi aux alternateurs à rotor cylindrique et pôles saillants;
- les moteurs synchrones sont hors du domaine d'application de la partie 3.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2/1461/FDIS	2/1474/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la prochaine date de maintenance indiquée sur le site de la CEI "<http://www.iec.ch>" dans les périodes relatives à cette publication. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 3: Règles spécifiques pour les alternateurs synchrones entraînés par turbines à vapeur ou par turbines à gaz à combustion

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60034 s'applique aux alternateurs triphasés synchrones de puissance assignée supérieure ou égale à 10 MVA entraînés par turbine à vapeur ou par turbine à gaz à combustion. Elle constitue un complément aux règles fondamentales pour les machines tournantes données dans la CEI 60034-1.

Les règles spécifiques communes aux alternateurs synchrones sont prescrites ainsi que des règles spécifiques pour les alternateurs refroidis par air, par hydrogène ou par un liquide.

La présente partie de la CEI 60034 donne également les précautions à prendre lors de l'usage des alternateurs refroidis par hydrogène, y compris:

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

NOTE 1 Ces règles s'appliquent également aux alternateurs synchrones entraînés à la fois par turbine à vapeur et turbine à gaz à combustion en tant que partie d'une unité cycle combiné à arbre unique.

NOTE 2 Ces règles ne s'appliquent pas aux alternateurs synchrones entraînés par turbine à eau (hydraulique) ou à vent.

NOTE 3 Les précautions d'usage pour l'utilisation de l'hydrogène sont valables dans tous les cas où l'hydrogène est utilisé comme réfrigérant.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, c'est l'édition la plus récente du document référencé (y compris tous ses amendements) qui s'applique.

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

CEI 60034-4, *Machines électriques tournantes – Quatrième partie: Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs des machines synchrones*

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

CEI 60079 (toutes les parties), *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses*