RAPPORT TECHNIQUE – TYPE 2

TECHNICAL REPORT – TYPE 2

CEI
IEC
34-16-3

Première édition
First edition
1996-01

Machines électriques tournantes –

Partie 16:
Systèmes d'excitation pour machines synchrones –
Section 3: Performances dynamiques

Rotating electrical machines –

Part 16:
Excitation systems for synchronous machines –
Section 3: Dynamic performance

© CEI 1996 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 Varembé Genève, Suisse

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE Q

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

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

Articles

1 Domaine d'application 10
2 Performances en petits mouvements 10
2.1 Méthodes de description des performances en petits mouvements 10
2.2 Effets du contrôle d'excitation sur la stabilité du réseau 12
2.3 Utilisation de stabilisateurs de puissance 14
3 Performances en grands mouvements 16
3.1 Généralités 16
3.2 Critères de performances en grands mouvements 16

Tableau 1 – Valeurs habituelles de systèmes de contrôle d'excitation 12

Figures

1 Système d'excitation et machine synchrone simplifiés 20
2 Réponse temporelle d'un système de contrôle d'excitation simplifié à un échelon 22
3 Réponse harmonique en boucle ouverte d'un système de contrôle d'excitation simplifié avec la machine synchrone à vide 24
4 Réponse harmonique en boucle fermée d'un système de contrôle d'excitation simplifié avec la machine synchrone à vide 26
5 Lieu des pôles en boucle ouverte d'un système de contrôle d'excitation simplifié avec la machine synchrone à vide 28
6 Lieu des pôles en boucle fermée d'un système de contrôle d'excitation simplifié avec la machine synchrone à vide en fonction de la variation du gain de boucle K 30
7 Fonction de transfert d'un stabilisateur de puissance 32
8 Variante de fonction de transfert d'un stabilisateur de puissance 32

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

Clause

1 Scope 11

2 Small signal performance 11

2.1 Methods of describing small signal performance 11

2.2 Effects of excitation control on system stability 13

2.3 Application of power system stabilizers 15

3 Large signal performance 17

3.1 General 17

3.2 Large signal performance criteria 17

Table 1 – Typical range of excited control system 13

Figures

1 Simplified excitation system and synchronous machine 21

2 Time response of a simplified excitation control system to a step change 23

3 Open-loop frequency response of a simplified excitation control system with the synchronous machine open-circuited 25

4 Closed-loop frequency response of a simplified excitation control system with the synchronous machine open-circuited 27

5 Pole/zero plot, open-loop, of a simplified excitation control system with the synchronous machine open-circuited 29

6 Root locus plot, closed-loop of a simplified excitation control system with the synchronous machine open-circuited as loop gain, *K*, is varied 31

7 Power system stabilizer transfer function 33

8 Alternative power system stabilizer transfer function 33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 16: Systèmes d'excitation pour machines synchrones – Section 3: Performances dynamiques

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.

3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.

4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes Internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la norme nationale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de type 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 34-16-3, rapport technique de type 2, a été établie par le comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Section 3: Dynamic performance

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.

3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.

4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when the technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example 'state of the art'.

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 34-16-3, which is a technical report of type 2, has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
2/911/CDV	2/929/RVC

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

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.3.2.2 de la partie 1 des Directives ISO/CEI) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine des performances dynamiques des systèmes d'excitation pour machines synchrones car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

Le présent rapport consititue la section 3 de la seizième partie d'une série de publications traitant de machines électriques tournantes dont les autres parties sont:

Première partie: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement publiée comme CEI 34-1.

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), publiée comme CEI 34-2.

Troisième partie: Règles spécifiques pour les turbomachines synchrones, publiée comme CEI 34-3.

Quatrième partie: Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs des machines synchrones, publiée comme CEI 34-4.

Cinquième partie: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines électriques tournantes (code IP), publiée comme CEI 34-5.

Sixième partie: Modes de refroidissement (code IC), publiée comme CEI 34-6.

Septième partie: Classification des formes de construction et des dispositions de montage (code IM), publiée comme CEI 34-7.

Huitième partie: Marques d'extrémités et sens de rotation des machines tournantes, publiée comme CEI 34-8.

Neuvième partie: Limites du bruit, publiée comme CEI 34-9.

Dixième partie: Conventions relatives à la description des machines synchrones, publiée comme CEI 34-10

Onzième partie: Protection thermique incorporée – Chapitre 1: Règles concernant la protection des machines électrique tournantes, publiée comme CEI 34-11.

The text of this technical report is based on the following documents:

Committee draft	Report on voting
2/911/CDV	2/929/RVC

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

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.3.2.2 of part 1 of the ISO/IEC Directives) as a 'prospective standard for provisional application' in the field of dynamic performance of excitation systems for synchronous machines because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an 'International Standard'. It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of type 2 technical reports will be carried out not later than three years after their publication with the options of: extension for another three years; conversion into an International Standard; or withdrawal.

This report forms section 3 of Part 16 of a series of publications dealing with rotating machinery, the other parts being:

Part 1: Rating and performance, issued as IEC 34-1

Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excludig machines for traction vehicles), issued as IEC 34-2.

Part 3: Specific requirements for turbine-type synchronous machines, issued as IEC 34-3.

Part 4: Methods for determining synchronous machine quantities from tests, issued as IEC 34-4.

Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures of rotating machines (IP code), issued as IEC 34-5

Part 6: Methods of cooling (IC code), issued as IEC 34-6.

Part 7: Classification of types of constructions and mounting arrangements (IM code), issued as IEC 34-7

Part 8: Terminal markings and direction of rotation of rotating machines, issued as IEC 34-8.

Part 9: Noise limits, issued as IEC 34-9.

Part 10: Conventions for description of synchronous machines, issued as IEC 34-10.

Part 11: Built-in thermal protection – Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines, issued as IEC 34-11.

Partie 11-2 Protection thermique incorporée – Chapitre 2: Détecteurs thermiques et auxiliaires de commande utilisés dans les dispositifs de protection thermique, publiée comme CEI 34-11-2.

Partie 11-3 Protection thermique incorporée – Chapitre 3: Règles générales concernant les protecteurs thermiques utilisés dans les dispositifs de protection thermique, publiée comme CEI 34-11-3.

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, publiée comme CEI 34-12.

Treizième partie: Spécification pour les moteurs auxiliaires pour laminoirs, publiée comme CEI 34-13.

Quatorzième partie: Vibrations mécaniques de certaines machines de hauteur d'axe supérieure ou égale à 56 mm – Mesurage, évaluation et limites de l'intensité vibratoire, publiée comme CEI 34-14.

Quinzième partie: Niveaux de tension de tenue au choc des machines tournantes à courant alternatif à bobines stator préformées, publiée comme CEI 34-15.

Partie 16-1: Systèmes d'excitation pour machines synchrones – Chapitre 1: Définitions, publiée comme CEI 34-16-1.

Partie 16-2: Systèmes d'excitation pour machines synchrones – Chapitre 2: Modèles pour les études de réseaux, publiée comme CEI 34-16-2.

Part 11-2: Built-in thermal protection – Chapter 2: Thermal detectors and control units used in thermal protection systems, issued as IEC 34-11-2.

Part 11-3: Built-in thermal protection – Chapter 3: General rules for thermal protectors used in thermal protection systems, issued as IEC 34-11-3.

Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors for voltages up to and including 660 V, issued as IEC 34-12.

Part 13: Specification for mill auxiliary motors, issued as IEC 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 34-14.

Part 15: Impulse voltage withstand levels of rotating a.c. machines with form-wound stator coils, issued as IEC 34-15.

Part 16-1: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 1: Definitions, issued as IEC 34-16-1.

Part 16-2: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 2: Models for power system studies, issued as IEC 34-16-2.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 16: Systèmes d'excitation pour machines synchrones – Section 3: Performances dynamiques

1 Domaine d'application

Le présent rapport technique passe brièvement en revue les méthodes existantes pour l'étude des caractéristiques de réponse de la machine synchrone avec son contrôle d'excitation en boucle fermée.

Le bloc diagramme fonctionnel général des systèmes d'excitation (voir figure 1 de la CEI 34-16-2) montre les divers composants des systèmes d'excitation à considérer dans les études de stabilité des réseaux de puissance.

Ce rapport donne des descriptions de réponses typiques, caractéristiques et indices de performances ainsi que des critères de performances.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Section 3: Dynamic performance

1 Scope

This section briefly reviews the methods available for investigating the response characteristics of the synchronous machine with its closed-loop excitation control.

The general functional block diagram of excitation systems (see figure 1 of IEC 34-16-2) indicates the various excitation system components which have to be considered in power system stability studies.

Description of typical response, performance characteristics and indices as well as performance criteria are given.