

English version

Rotating electrical machines
Part 16-3: Excitation systems for synchronous machines -
Dynamic performance
(IEC/TR 60034-16-3:1996)

Machines électriques tournantes
Partie 16-3: Systèmes d'excitation
pour machines synchrones -
Performances dynamiques
(CEI/TR 60034-16-3:1996)

Drehende elektrische Maschinen
Teil 16-3: Erregersysteme
für Synchronmaschinen -
Dynamisches Betriebsverhalten
(IEC 60034-16-3:1996)

This Technical Report was approved by CENELEC on 2004-07-03.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brussels

Foreword

The text of the Technical Report IEC/TR 60034-16-3:1996, prepared by IEC TC 2, Rotating machinery, was submitted to the formal vote and was approved by CENELEC as CLC/TR 60034-16-3 on 2004-07-03 without any modification.

Endorsement notice

The text of the Technical Report IEC/TR 60034-16-3:1996 was approved by CENELEC as a Technical Report without any modification.

This document is a preview generated by EVS

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

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.

2 Performances en petits mouvements

2.1 Méthodes de description des performances en petits mouvements

2.1.1 Généralités

Les performances en petits mouvements décrivent les réponses du réglage de l'excitation et de la machine synchrone à des signaux suffisamment petits pour que les non-linéarités puissent être négligées et que le comportement du système puisse être représenté par un modèle linéaire. Les performances en petits mouvements de composants et de systèmes peuvent être décrites plus en détail sous les formes suivantes.

2.1.2 Réponse temporelle

La figure 1 montre un système d'excitation simplifié et une machine synchrone à vide. La figure 2 illustre la réponse temporelle à un échelon en boucle fermée. Les indices de performance intéressants sont le temps de montée, le dépassement et le temps d'établissement comme indiqué.

2.1.3 Réponse harmonique

Dans un système linéaire, la réponse harmonique est la relation dépendant de la fréquence entre les différences d'amplitude et de phase de signaux d'entrée sinusoïdaux permanents et les signaux de sortie sinusoïdaux résultants en régime établi.

La figure 3 représente les caractéristiques de réponse en harmonique du système d'excitation simplifié en boucle ouverte avec la machine synchrone à vide de la figure 1. Les indices intéressants sont le gain en basse fréquence G , la pulsation de coupure ω_c , la marge de phase Φ_m et la marge de gain G_m . La figure 4 représente la réponse harmonique correspondante en boucle fermée. Ici, les indices intéressants sont la bande passante ω_b , la valeur crête M_p de la caractéristique de gain et la pulsation ω_m à laquelle apparaît la valeur crête M_p . Ces indices de performance procurent des mesures de la stabilité relative et l'indication des caractéristiques de réponse temporelle.

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.

2 Small signal performance

2.1 *Methods of describing small signal performance*

2.1.1 *General*

Small signal performance describes the response of the excitation control and the synchronous machine to signals which are sufficiently small that non-linearities can be disregarded and the behaviour of the system can be represented by a linear model. Small signal performance of components and systems can best be described as follows.

2.1.2 *Time response*

A simplified excitation system and open-circuited synchronous machine are shown in figure 1. The time response to a step change with the feedback loop closed is illustrated in figure 2. The performance indices of interest are the rise time, overshoot and settling time as indicated.

2.1.3 *Frequency response*

In a linear system, the frequency response is the frequency-dependent relationship expressed by the magnitude and the phase difference between steady-state sinusoidal inputs and the resultant steady-state sinusoidal outputs.

The open-loop frequency response characteristics of figure 1 are shown in figure 3 for the simplified excitation system with the synchronous machine open-circuited. The indices of interest are the low frequency gain G , angular crossover frequency ω_c , phase margin Φ_m and gain margin G_m . The corresponding closed-loop frequency response is shown in figure 4. Here the indices of interest are the bandwidth ω_b , the peak value M_p of the gain characteristic, and the angular frequency ω_m at which the peak value M_p occurs. These performance indices provide measures of the relative stability and indication of the time response characteristics.