

TECHNOSUP

Les FILIÈRES TECHNOLOGIQUES des ENSEIGNEMENTS SUPÉRIEURS

ÉLECTROTECHNIQUE

Modélisation et simulation des machines électriques

Rachid ABDESSEMED

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE MÉCANIQUE
TOME LXXV - 1903 - 1904
PARIS - M. BASTIENNE

ellipses

ECT 78

TECHNOSUP

Les FILIÈRES TECHNOLOGIQUES des ENSEIGNEMENTS SUPÉRIEURS

ÉLECTROTECHNIQUE

050500
(2)

Modélisation et simulation des machines électriques



Rachid ABDESSEMED

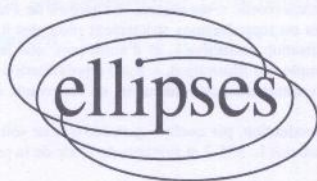


Table des matières

Introduction générale	9
Chapitre I	
Rappels – Théorie de la machine électrique généralisée.	
1 Machine électrique idéalisée.	11
2 Machine électrique généralisée dans le repère naturel	11
2.1 Modèle triphasé de la machine généralisée	12
2.2 Modèle biphasé de la machine électrique généralisée	14
3 Transformation des équations différentielles	16
4 Utilisation des différents systèmes d'axes de coordonnées	20
5 Equations différentielles de la machine électrique généralisée sous forme complexe	22
6 Passage d'un système triphasé au système biphasé et inversement.	23
7 Equation du mouvement de la machine électrique	27
Chapitre II	
Modélisation et simulation des machines électriques à courant continu	
1 Modèle de la machine à courant continu (MCC) sur les axes d,q	33
2 Mise en équation de la MCC	35
3 Application de la théorie généralisée aux divers modes d'excitation	36
3.1 Fonctionnement en génératrice	37
3.1.1 Génératrice à excitation séparée	37
3.1.2 Génératrice à excitation shunt	38
3.1.3 Génératrice à excitation série	38
3.1.4 Génératrice à excitation composée	39
3.2 Fonctionnement en moteur	40

4. Applications

4.1 Modélisation et simulation de la génératrice à courant continu à excitation séparée	43
4.2 Modélisation et simulation d'un moteur à courant continu à excitation shunt	46
Modélisation et simulation d'un moteur à courant continu à excitation série	54

Chapitre III

Modélisation et simulation des machines asynchrones à cage d'écureuil

1 Modélisation et simulation des moteurs asynchrones triphasés à cage	59
2 Modélisation et simulation des génératrices asynchrones triphasées à cage	68
2.1 Génératrice asynchrone à cage	69
2.2 Auto-amorçage de la génératrice asynchrone à vide	70
2.3 Modélisation de l'auto-amorçage à vide	74
2.4 Génératrice asynchrone en régime de saturation	75
2.4.1 Fonctionnement à vide	76
2.4.2 Equations de la machine dans le repère U,V	76
2.4.3 Représentation schématique des flux	77
2.5 Mise sous forme d'état	82
2.6 Auto-amorçage de la génératrice en régime saturé	83
2.7 Simulation de l'auto-amorçage en charge résistive-inductive (RL)	86
3 Modélisation et simulation des moteurs asynchrones monophasés à condensateur permanent (MAMCP)	90

Chapitre IV

Modélisation et simulation des machines synchrones à inducteur

1 Modélisation et simulation des moteurs synchrones sans amortisseurs	100
2 Modélisation et simulation des moteurs synchrones avec amortisseurs	104
3 Modélisation et simulation des génératrices synchrones sans amortisseurs	115

Chapitre V

Modélisation et simulation des machines synchrones à aimants permanents

1 Modélisation et simulation des moteurs synchrones à aimants permanents	125
2 Modélisation et simulation des génératrices synchrones à aimants permanents	130
2.1 Fonctionnement à vide	132
2.2 Fonctionnement en charge	133

Chapitre VI**Modélisation et simulation des machines asynchrones à double alimentation (MADA)**

1 Classification des machines à double alimentation	139
2 Principe de fonctionnement de la MADA	141
2.1 Modes opérationnels de la MADA	142
2.2 Avantages et inconvénients de la MADA	145
3. Modélisation des moteurs asynchrones à double alimentation	145
4 Systèmes éoliens de génération d'énergie à vitesse variable	152
4.1 Eolienne autonome	153
4.2 Eolienne connectée au réseau	153
5. Différentes configurations de l'association MADA/convertisseur de puissance	154
6. Convertisseurs de puissance associés à la MADA	155
6.1 Redresseur non/ et contrôlable associé à un onduleur MLI à thyristors	155
6.2 Cycloconvertisseur	156
6.3 Redresseur MLI de courant associé à un onduleur MLI de tension	157
6.4 Convertisseur matriciel	157
7 Modélisation et simulation des générateurs asynchrones à double alimentation (GADAs)	158
8 Modélisation des cascades à deux machines asynchrones à double alimentation	164
8.1 Description de la cascade	164
8.2 Modèle idéalisé de la cascade	165

Chapitre VII**Modélisation et simulation des machines asynchrones double étoile**

1. Moteurs asynchrones double étoile (MASDE)	175
1.1 Modèle du moteur MASDE sur les axes réels	175
1.2 Modèle biphasé du MASDE	177
1.2.1 Puissance instantanée	181
1.2.2 Mise sous forme d'équation d'état	183
2 Génératrices asynchrones double étoile (GASDE)	193
2.1 Modèle biphasé de la GASDE dans le référentiel généralisé	193
2.2 Modèle biphasé de la GASDE lié au champ tournant	194
2.3 Modélisation de l'auto-amorçage de la GASDE à vide	198
2.4 Simulation de la GASDE en régime saturé	199
2.5 Simulation de l'auto-amorçage en charge résistive-inductive (R,L)	202
3 Modélisation et simulation de l'association machine-convertisseur	205
3.1 Commande par modulation sinus-triangle	207
3.2 Association de la MASDE à deux onduleurs de tension	208

Chapitre VIII**Méthodes d'identification paramétriques des machines électriques**

1. Identification paramétrique de la machine synchrone	213
1.1 Essais classiques de la machine synchrone	214
1.2 Essais indiciels de la machine synchrone	217
2 Identification paramétrique de la machine asynchrone	219
2.1 Identification de la machine asynchrone à cage d'écureuil	219
2.2 Identification de la machine asynchrone à rotor bobiné	224
3 Identification paramétrique de la machine à courant continu	225
3.1 Méthode des essais classiques	225
3.2 Méthode des essais indiciels	226
4 Détermination des paramètres mécaniques	228
Index	231
Bibliographie	235

La collection TECHNOSUP dirigée par Claude Chèze est une sélection d'ouvrages dans toutes les disciplines, pour les filières technologiques des enseignements supérieurs.

Niveau A Approche (éléments, résumés ou travaux dirigés)
Niveau B Bases (cours avec exercices et problèmes résolus)
Niveau C Compléments (approfondissement, spécialisation)

IUT - BTS - 1^{er} cycle
IUP - Licence
Écoles d'ingénieurs, Master

L'ouvrage : niveau C (Master - Écoles d'ingénieurs - Recherche)

Dans un document unique, ce livre réunit un maximum d'informations relatives à la modélisation des machines électriques. Il les présente sous une forme pratique, rationnelle et conforme à l'approche de la formation LMD. Il offre ainsi de façon très pédagogique aux étudiants de licence, de master ou de doctorat, des réponses à leurs questions naturelles. Il intéressera également les enseignants et les professionnels, auxquels il servira de guide pratique et de manuel de référence. Dans cet esprit, chaque partie du document est pratiquement indépendante.

L'ouvrage est basé sur un développement de modèles mathématiques clairs, représentés sous forme de schémas de simulation sous environnement Matlab/Simulink qui sont faciles à interpréter, aussi bien pour les spécialistes que pour les non initiés. Il présente également les résultats de ces simulations, suivis de commentaires précis qui mettent en évidence les spécificités dynamiques de chaque machine.

Une méthodologie de modélisation des machines électriques est également proposée en présentant des modèles, des schémas et des résultats de simulation de machines usuelles en fonctionnement moteur et générateur.

L'auteur :

Rachid Abdessemed, diplômé de l'École Polytechnique de Kiev est Professeur à l'Université de Batna, où il dirige le Laboratoire de recherche en électrotechnique (LEB) et travaille sur la conception et le contrôle des machines électriques, la fiabilité et les énergies renouvelables.

Illustration de couverture : Dessin de Léonard de Vinci.

