

J. CHATELAIN

Machines électriques

Tome 2



TRAITÉ D'ÉLECTRICITÉ,
D'ÉLECTRONIQUE
ET
D'ÉLECTROTECHNIQUE

publié sous la direction
de Jacques Neiryck

Dunod

Machines électriques

ECT 14

Tome 2

569
IDC

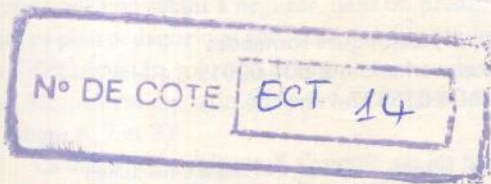
1
2

par
J. CHATELAIN



N° d'Entrée

N° inventaire : 182 Bx 2/2



Dunod

TABLE DES MATIÈRES

Tome 1

	INTRODUCTION	v
CHAPITRE 1	GÉNÉRALITÉS SUR LES MACHINES ÉLECTRIQUES	
	1.1 Introduction	1
	1.2 Constitution des transformateurs et des machines électriques	7
	1.3 Matériaux magnétiques	12
	1.4 Matériaux conducteurs	17
	1.5 Matériaux isolants	19
	1.6 Lois physiques régissant le fonctionnement des trans- formateurs et des machines électriques	24
	1.7 Conversion d'énergie électromécanique	33
	1.8 Exercices	39
CHAPITRE 2	TRANSFORMATEUR	
	2.1 Généralités	43
	2.2 Transformateur idéal	49
	2.3 Transformateur réel	51
	2.4 Régime permanent	57
	2.5 Transformateurs triphasés	69
	2.6 Fonctionnement en parallèle	76
	2.7 Régimes asymétriques de fonctionnement des trans- formateurs triphasés	86
	2.8 Phénomènes transitoires	96
	2.9 Transformateurs spéciaux	112
	2.10 Essais des transformateurs	120
	2.11 Exercices	124
CHAPITRE 3	ENROULEMENTS DES MACHINES ÉLECTRIQUES	
	3.1 Création du flux magnétique dans une machine	129
	3.2 Champ pulsant	134
	3.3 Champ tournant	135
	3.4 Relation entre champs pulsant et tournant	136
	3.5 Tension de mouvement induite dans un enroulement réparti	136
	3.6 Solénoïd des enroulements répartis	143

3.7	Densité linéique	150
3.8	Relation entre solénoïd et densité linéique	152
3.9	Inductances des machines électriques	152
3.10	Réalisation pratique des enroulements répartis à courant alternatif	157
3.11	Enroulement à collecteur de machines à courant continu	161
3.12	Résistances des enroulements répartis	169
3.13	Exercices	170

CHAPITRE 4 CONVERSION D'ÉNERGIE ÉLECTROMÉCANIQUE DANS LES MACHINES ÉLECTRIQUES

4.1	Classification des machines selon leur géométrie	173
4.2	Origines du couple électromagnétique	174
4.3	Machines à entrefer constant	174
4.4	Machines à pôles saillants	178
4.5	Classification des machines à entrefer constant, à courant alternatif	182
4.6	Classification des machines à pôles saillants, à courant alternatif	184
4.7	Expression du couple électromagnétique en fonction des inductances	185
4.8	Machines à collecteur	196
4.9	Exercices	202

CHAPITRE 5 TRANSFORMATIONS UTILISÉES DANS L'ÉTUDE DES MACHINES ÉLECTRIQUES

5.1	Usage de la notation matricielle	207
5.2	Bases de la théorie générale des machines électriques	209
5.3	Représentation des solénoïds au moyen de phaseurs spatiaux	210
5.4	Transformation d'un enroulement triphasé en 3 enroulements équivalents à axes orthogonaux	213
5.5	Transformation de Park	217
5.6	Transformation $\alpha - \beta - 0$	218
5.7	Transformation à un axe	219
5.8	Système "per unit" (p.u.)	221
5.9	Exercices	223

CHAPITRE 6 MACHINE ASYNCHRONE

6.1	Généralités	225
6.2	Equations de tension en grands axes de phase	230
6.3	Transformation de Park appliquée à la machine asynchrone triphasée	233
6.4	Transformation à un axe appliquée à la machine asynchrone triphasée	241
6.5	Régime permanent	242
6.6	Modes de fonctionnement	253

Tome 2

CHAPITRE 7 MACHINE SYNCHRONE

7.1	Généralités	327
7.2	Etude du fonctionnement de la machine synchrone triphasée non saturée	334
7.3	Transformation de Park appliquée à la machine synchrone triphasée	341
7.4	Régime permanent	351
7.5	Modes de fonctionnement	367
7.6	Régimes transitoires	370
7.7	Fonctionnement en parallèle avec le réseau	398
7.8	Régimes asynchrones de la machine synchrone	406
7.9	Oscillations électromécaniques de la machine synchrone	420
7.10	Modélisation de la machine synchrone	436
7.11	Etude du fonctionnement de la machine synchrone triphasée saturée	443
7.12	Exécutions particulières de la machine synchrone	456
7.13	Modes d'excitation des machines synchrones	463
7.14	Essais des machines synchrones	465
7.15	Exercices	475

CHAPITRE 8 MACHINE À COURANT CONTINU

8.1	Généralités	479
8.2	Flux et solénoïds d'une machine à courant continu	485
8.3	Inductances de la machine à courant continu	489
8.4	Equations de fonctionnement de la machine à courant continu	492
8.5	Transformation à deux axes appliquée à la machine à courant continu	496
8.6	Commutation	501
8.7	Régime permanent de la machine saturée	510
8.8	Fonctionnement en génératrice	514
8.9	Fonctionnement en moteur	519
8.10	Régimes transitoires	527

8.11 Exécutions particulières de la machine à courant continu	536
8.12 Essais des machines à courant continu	540
8.13 Exercices	543

CHAPITRE 9 THÉORIE GÉNÉRALISÉE DES MACHINES ÉLECTRIQUES

9.1 Modélisation	547
9.2 Machine à collecteur à courant alternatif	550
9.3 Application de la théorie généralisée à la machine asynchrone triphasée	555
9.4 Application de la théorie généralisée à la machine synchrone triphasée	556
9.5 Application de la théorie généralisée à la machine à collecteur à courant continu	558
9.6 Application de la théorie généralisée au moteur monophasé à collecteur à excitation série	560
9.7 Application de la théorie généralisée au moteur à répulsion	563
9.8 Application de la théorie généralisée au moteur triphasé à collecteur à excitation série	567
9.9 Application de la théorie généralisée au moteur triphasé à collecteur à excitation shunt	571
9.10 Application de la théorie généralisée à un moteur asynchrone compensé à alimentation rotorique (Moteur Osnos)	575
9.11 Application de la théorie généralisée au moteur Schrage	583
9.12 Application de la théorie généralisée au convertisseur de fréquence à collecteur	585
9.13 Application de la théorie généralisée au compensateur Leblanc	590
9.14 Application de la théorie généralisée à la génératrice Scherbius	591
9.15 Réalisation pratique d'une machine à usage universel (machine "généralisée")	596

SOLUTIONS DES EXERCICES	601
-----------------------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE	613
-------------------------	-----

INDEX ANALYTIQUE	615
----------------------------	-----

LISTE DES SYMBOLES	621
------------------------------	-----



Machines électriques Tome 2

Cet ouvrage de référence pour l'ingénieur et l'étudiant en électrotechnique est consacré à la théorie du fonctionnement en régime transitoire ou permanent des machines électriques et du transformateur.

Après un rappel des lois fondamentales, l'étude du transformateur permet de définir les différentes inductances (propre, principale, mutuelle, de fuite) et d'introduire la notion de schéma équivalent.

La génération de champs pulsant ou tournant par les enroulements répartis utilisés dans les machines ainsi que l'expression des tensions induites fondamentales et harmoniques sont exposées dans le chapitre consacré aux enroulements.

Les conditions d'obtention d'une conversion d'énergie électromécanique intéressante sont ensuite définies ainsi que les expressions du couple électromagnétique pour différentes configurations des circuits magnétiques et électriques.

Un chapitre est consacré aux matrices de transformation et changements de référentiel indispensables au développement d'une théorie généralisée des machines électriques.

Les équations de base définissant le fonctionnement dans un régime quelconque des machines asynchrones, synchrones et à collecteur à courant continu sont établies au moyen de la transformation de Park. Le régime permanent est illustré par les diagrammes vectoriels classiques. Le comportement de la machine saturée est traité dans le cas des machines synchrones et à courant continu.

Le dernier chapitre généralise les résultats obtenus aux chapitres précédents : l'application des équations de Park à un modèle universel muni d'enroulements pseudo-stationnaires en quadrature fournit rapidement les équations de tension et de couple de machines à morphologie complexe, telles que les machines à collecteur à courant alternatif mono- ou triphasées.



9 782040 156770



ISBN 2-04-015677-1