

SCIENCES SUP

Cours et exercices corrigés

IUT • Licence • Écoles d'ingénieurs

ÉLECTROTECHNIQUE



Luc Lasne

Préface de Jean-Claude Gianduzzo

DUNOD

Table des matières

PRÉFACE	v
AVANT-PROPOS	xiii
REMERCIEMENTS	xiv
INTRODUCTION À L'ÉLECTROTECHNIQUE	1
CHAPITRE 1 • RAPPELS ET GRANDEURS SINUSOÏDALES	5
1.1 Lois de base et conventions des dipôles électriques	5
1.2 Récepteurs électriques linéaires	6
1.3 Régime continu et régimes variables	7
1.4 Valeurs caractéristiques des grandeurs périodiques quelconques...	8
1.5 Le régime sinusoïdal et sa représentation complexe (vectorielle) ...	9
1.6 Généralisation du théorème de Thévenin	16
Exercices	17
CHAPITRE 2 • LES PUISSANCES ÉLECTRIQUES	20
2.1 Énergie et puissance	20
2.2 Généralités sur la notion de puissance en électrotechnique	22
2.3 La puissance active en régime continu	23
2.4 Puissances électriques en régime alternatif sinusoïdal	23
2.5 Puissance apparente complexe, puissances associées aux récepteurs communs rencontrés en électrotechnique	26
2.6 Théorème de Boucherot et triangle des puissances	27

2.7	Facteur de puissance, compensation de la puissance réactive	28
2.8	Puissances électriques en régime périodique non-sinusoïdal	30
2.9	Mesure des puissances électriques	32
	Exercices	34
CHAPITRE 3 • CIRCUITS À COURANTS ALTERNATIFS TRIPHASÉS		37
3.1	Introduction	37
3.2	Système de tensions triphasé équilibré direct (TED)	38
3.3	Générateur triphasé et différents couplages des phases	40
3.4	Charges triphasées, équilibre et déséquilibre	42
3.5	Puissances en triphasé	44
3.6	Équivalence de charges, transformations « Y/D »	46
3.7	Neutre, neutre fictif et schéma équivalent monophasé	46
3.8	Mesures de puissances en triphasé	49
	Exercices	50
CHAPITRE 4 • SYSTÈMES TRIPHASÉS DÉSÉQUILIBRÉS, RÉOLUTIONS MATRICIELLES ET COMPOSANTES SYMÉTRIQUES		52
4.1	Notion de déséquilibre local et charges à neutre relié	52
4.2	Déséquilibre local sur charge à neutre non relié	54
4.3	Exemple : Charge déséquilibrée et rupture de neutre	57
4.4	Problématique générale des déséquilibres	59
4.5	Présentation des composantes symétriques	59
4.6	Constructions graphiques et remarques importantes	62
4.7	Composantes symétriques des grandeurs triphasées	64
4.8	Applications des composantes symétriques	66
	Exercices	70
CHAPITRE 5 • MAGNÉTISME, MATÉRIAUX ET CIRCUITS MAGNÉTIQUES		73
5.1	Le magnétisme : le phénomène et ses grandeurs	73

5.2	Classification des matériaux magnétiques	74
5.3	Les matériaux ferro-magnétiques	75
5.4	Notions incontournables et théorème d'Ampère	78
5.5	Les circuits magnétiques	82
5.6	Limites de la théorie des C.M. et logiciels de calcul de flux	87
	Exercices	89
CHAPITRE 6 • CIRCUITS MAGNÉTIQUES EN RÉGIME ALTERNATIF SINUSOÏDAL		91
6.1	Introduction	91
6.2	Relations importantes en régimes alternatifs	91
6.3	Pertes et particularités liées aux matériaux réels	93
6.4	Notions complémentaires	95
6.5	Modèle linéaire d'une bobine à noyau de fer	98
	Exercice	99
CHAPITRE 7 • CIRCUITS MAGNÉTIQUES À AIMANTS PERMANENTS		101
7.1	Point de fonctionnement d'un aimant permanent inséré dans un circuit magnétique	101
7.2	Critère de choix d'un aimant permanent	103
7.3	Caractéristiques particulières des différents types d'aimants et utilisations classiques	104
7.4	Détermination pratique des dimensions d'un aimant permanent ...	105
	Exercice	106
CHAPITRE 8 • ÉNERGIES, PUISSANCES ET FORCES LIÉES AU MAGNÉTISME, MÉTHODE DES TRAVAUX VIRTUELS		107
8.1	Formules générales des énergies d'un matériau aimanté	107
8.2	Variations d'énergie, puissance et force	110
8.3	Principe de réluctance minimale	112
8.4	Méthode des travaux virtuels	113
	Exercices	117

CHAPITRE 9 • TRANSFORMATEURS	120
9.1 Transformateur monophasé idéal	120
9.2 Mieux comprendre le transformateur.....	123
9.3 Le transformateur monophasé réel et son modèle	124
9.4 Grandeurs associées au schéma et chute de tension au secondaire	126
9.5 Notions complémentaires associées au transformateur réel.....	128
9.6 Transformateurs triphasés	131
9.7 Impédances associées aux transformateurs et ordres de grandeur .	134
9.8 Transformateurs en parallèle.....	138
9.9 Autotransformateurs.....	140
Exercices.....	141
CHAPITRE 10 • CONVERTISSEURS ÉLECTROMÉCANIQUES	145
10.1 Champ d'application et classification.....	145
10.2 Principes généraux	146
10.3 Les grandes familles de machines électriques	148
10.4 Machines à courant continu (MCC), machines « à collecteur »	148
10.5 Machines synchrones (MS).....	151
10.6 Machines asynchrones (MAS) ou « Machines à induction »	156
10.7 Moteurs « pas à pas ».....	158
10.8 Nombres de « pôles » des machines électriques	161
10.9 Illustrations (<i>photographies : Luc Lasne, sauf mention contraire</i>) ...	164
CHAPITRE 11 • MACHINES À COURANT CONTINU	167
11.1 Principes et relations générales.....	167
11.2 Fonctionnement en régime permanent continu linéaire	171
11.3 Non-linéarités dues à la saturation du circuit magnétique	173
11.4 Fonctionnement en régime transitoire.....	175
11.5 Les différents montages des machines à courant continu.....	179

Exercices	182
CHAPITRE 12 • ALTERNATEURS ET MACHINES SYNCHRONES	184
12.1 Principes et relations générales	184
12.2 Alternateur indépendant débitant sur charge linéaire	191
12.3 Machine synchrone couplée à un réseau d'énergie infinie	193
12.4 Réaction d'induit d'une machine synchrone	195
12.5 Étude des machines à pôles lisses : Diagramme de Potier	197
12.6 Étude des machines à pôles saillants : Diagramme de Blondel	199
12.7 Impédances associées réduites, ordres de grandeur	201
12.8 Moteur synchrone	203
Exercices	206
CHAPITRE 13 • MACHINES ASYNCHRONES	209
13.1 Principes et relations générales	209
13.2 Fonctionnement à tension et fréquence constantes	215
13.3 Démarrage des moteurs asynchrones	219
13.4 Variation de vitesse des moteurs asynchrones	220
13.5 Fonctionnement en génératrice et en frein	226
13.6 Moteurs asynchrones monophasés	227
Exercices	228
CHAPITRE 14 • TRANSFORMATIONS MATRICIELLES – MODÈLES « D, Q » DES MACHINES À COURANTS ALTERNATIFS TRIPHASÉS	232
14.1 Matrices d'impédances et d'inductances	232
14.2 Transformations matricielles classiques	233
14.3 La transformée de Park et le repère du champ tournant	235
14.4 Modèle « d,q » des machines synchrones	238
14.5 Modèle « d,q » des machines asynchrones	243

14.6 Conclusion sur les modèles d, q	247
CHAPITRE 15 • HARMONIQUES ET RÉGIMES DÉFORMÉS	249
15.1 Bases mathématiques de l'étude des harmoniques.....	250
15.2 Expressions des puissances en régime déformé	256
15.3 Sources, propagation et conséquences des harmoniques.....	259
15.4 Harmoniques pairs et impairs, courant de neutre	260
15.5 Réduction et compensation des harmoniques	263
Exercices	263
CONCLUSION	267
BIBLIOGRAPHIE ET LIENS	269
INDEX	271
CHAPITRE WEB • LES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES	www.dunod.com