

FF 12 223

Guy Séguier

2^e CYCLE • ÉCOLES D'INGÉNIEURS

Électronique de puissance

Les fonctions de base
et leurs principales applications

Cours et exercices résolus



7^e édition

DUNOD

Table des matières

Avant-propos	V
CHAPITRE 1 • INTRODUCTION	1
1.1 L'électronique de puissance ne peut être qu'une électronique de commutation	1
1.2 Le fonctionnement en commutation conduit à des modes de calcul et de raisonnement particuliers	3
1.2.1 Nature des régimes permanents	3
1.2.2 Procédés de calcul	3
1.2.3 Procédé d'étude d'un montage à semiconducteurs	3
1.3 L'électronique de puissance est la technique des modifications de la présentation de l'énergie électrique	4
1.3.1 Les principales fonctions	4
1.3.2 Les domaines d'emplois	5
CHAPITRE 2 • RAPPELS SUR LES COMPOSANTS DE BASE ET LES SIGNAUX DE L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE	7
2.1 Rappels sur les caractéristiques des semiconducteurs de puissance	7
2.1.1 Interrupteurs à un seul semiconducteur	7
2.1.2 Interrupteurs à plusieurs semiconducteurs	15
2.2 Rappels sur les régimes transitoires	17
2.2.1 Règles générales	17
2.2.2 Circuits dont l'équation différentielle est du premier ordre	18
2.2.3 Premier ordre. Exemples d'applications	19
2.2.4 Circuits dont l'équation différentielle est du second ordre	27
2.2.5 Second ordre. Exemple d'application	29

2.3 Rappels sur les grandeurs périodiques non sinusoïdales	32
2.3.1 Valeurs d'une grandeur périodique	32
2.3.2 Puissance	33
2.3.3 Développement en série de Fourier	33
2.3.4 Relations entre valeur efficace, puissance et développement en série	37
2.3.5 Application aux tensions redressées	38
<i>Exercices</i>	41
CHAPITRE 3 • LES REDRESSEURS À DIODES	47
3.1 Introduction	47
3.1.1 Les commutateurs	48
3.1.2 Les montages	50
3.1.3 Plan d'étude des redresseurs	53
3.2 Les redresseurs du type « parallèle »	54
3.2.1 Les montages usuels	54
3.2.2 Étude des tensions	56
3.2.3 Étude des courants	59
3.2.4 Chute de tension en fonctionnement normal	65
3.2.5 Fonctionnement en court-circuit	71
3.3 Les redresseurs du type « parallèle double »	74
3.3.1 Les montages usuels	74
3.3.2 Étude des tensions	77
3.3.3 Étude des courants	78
3.3.4 Chute de tension en fonctionnement normal	80
3.3.5 Fonctionnement en court-circuit	82
3.4 Les redresseurs du type « série »	84
3.4.1 Étude des tensions	85
3.4.2 Étude des courants	90
3.4.3 Chute de tension en fonctionnement normal	93
3.4.4 Fonctionnement en court-circuit	96
3.5 Les groupements de redresseurs à diodes	98
3.5.1 Groupements en série	98
3.5.2 Groupements en parallèle	98
3.6 Comparaison et choix des montages	103
3.6.1 Harmoniques des courants primaires	103
3.6.2 Comparaison des redresseurs à diodes	106
<i>Exercices</i>	109

CHAPITRE 4 • LES REDRESSEURS À THYRISTORS	115
4.1 Redresseurs du type parallèle	116
4.1.1 Fonctionnement. Étude des tensions	116
4.1.2 Étude des courants. Diagramme des puissances	122
4.1.3 Étude des chutes de tension	124
4.1.4 Précautions à prendre dans la marche en onduleur	126
4.2 Redresseurs du type parallèle double	128
4.2.1 Redresseurs tout thyristors	128
4.2.2 Redresseurs mixtes	129
4.3 Redresseurs du type série	134
4.3.1 Redresseurs tout thyristors	134
4.3.2 Redresseurs mixtes	134
4.4 Comparaison et choix des montages	136
4.4.1 Harmoniques des courants primaires des redresseurs alimentés en triphasé	137
4.4.2 Choix des redresseurs commandés	142
4.5 Commande des redresseurs à thyristors	144
4.5.1 Généralités sur la commande des convertisseurs	144
4.5.2 Commande rapprochée d'un redresseur	145
4.5.3 Largeur des signaux de déblocage	147
<i>Exercices</i>	150
CHAPITRE 5 • LES GRADATEURS	159
5.1 Marche en interrupteur	159
5.1.1 Principe	159
5.1.2 Avantages et inconvénients	160
5.1.3 Variantes unipolaires. Triacs	161
5.1.4 Interrupteurs tripolaires	163
5.2 Marche en gradateur monophasé	163
5.2.1 Cas d'un récepteur purement résistant	163
5.2.2 Cas d'un récepteur résistant et inductif	165
5.2.3 Caractéristiques	168
5.2.4 Note sur la commande rapprochée	170
5.3 Les gradateurs triphasés	171
5.3.1 Le gradateur triphasé tout thyristors	171
5.3.2 Le groupement en triangle de trois gradateurs monophasés	180

5.3.3	Le gradateur triphasé mixte	182
5.3.4	Comparaison des gradateurs triphasés	184
	<i>Exercices</i>	189
CHAPITRE 6 • LES HACHEURS		199
6.1	Préliminaires	200
6.1.1	Caractérisation des générateurs et des récepteurs	200
6.1.2	Les commutations	204
6.2	Hacheurs directs	209
6.2.1	Hacheur série	209
6.2.2	Hacheur parallèle	214
6.2.3	Hacheur réversible en courant	216
6.2.4	Hacheur en pont	219
6.2.5	Commande des interrupteurs	225
6.2.6	Groupement de hacheurs à commandes décalées	230
6.3	Hacheurs à liaison indirecte	236
6.3.1	Hacheur à stockage inductif	236
6.3.2	Hacheur à stockage capacitif	238
6.4	Alimentations à découpage	240
6.4.1	Montages sans transformateur	240
6.4.2	Montages asymétriques avec transformateur	245
6.4.3	Montages symétriques	248
6.5	Adoucissement des commutations	251
6.5.1	Les trois types de commutations commandées	251
6.5.2	Cas des interrupteurs à fermeture OU ouverture commandée	253
6.5.3	Cas des interrupteurs à fermeture ET ouverture commandées	255
6.5.4	Notes sur les interrupteurs résonnants et les convertisseurs quasi-résonnants	256
	<i>Exercices</i>	260
CHAPITRE 7 • LES ONDULEURS AUTONOMES		275
7.1	Onduleurs de tension monophasés à un créneau par alternance	276
7.1.1	Onduleur avec transformateur à point milieu	277
7.1.2	Onduleur en demi-pont	283
7.1.3	Onduleur en pont	286
7.2	Onduleur de tension triphasé à un créneau par alternance	290
7.2.1	Relations générales	291
7.2.2	Application à la commande pleine onde	293

7.3 Onduleurs de courant à un créneau par alternance	297
7.3.1 Onduleurs monophasés	297
7.3.2 Onduleur triphasé en pont	303
7.3.3 Propriétés des onduleurs de courant	304
7.4 Onduleurs de tension monophasés à modulation de largeur d'impulsions	307
7.4.1 Onduleur en demi-pont : modulation sinus-triangle	307
7.4.2 Onduleur en pont : modulation sinus-triangle	313
7.4.3 Autres procédés de modulation	315
7.5 Onduleur de tension triphasé à modulation de largeur d'impulsions	318
7.5.1 Commande par demi-pont	318
7.5.2 Modulation vectorielle	320
7.6 Onduleur de courant triphasé à modulation de largeur d'impulsions	323
7.6.1 Exemple de modulation sinusoïdale	323
7.6.2 Modulation vectorielle	326
7.7 Notes sur d'autres convertisseurs à modulation de largeur d'impulsions	327
7.7.1 Redresseurs à MLI	328
7.7.2 Filtres actifs	333
7.8 Onduleurs à résonance	335
7.8.1 Onduleur série	335
7.8.2 Onduleur parallèle	343
7.8.3 Alimentations à résonance.	346
<i>Exercices</i>	<i>349</i>
CHAPITRE 8 • LES VARIATEURS DE VITESSE	365
8.1 Variateurs pour moteurs à courant continu	366
8.1.1 Le moteur à courant continu	366
8.1.2 Convertisseurs utilisés	369
8.2 Variateurs pour moteurs asynchrones	375
8.2.1 Le moteur asynchrone triphasé	376
8.2.2 Action sur le glissement	380
8.2.3 Variation de la fréquence	387
8.3 Variateurs pour moteurs synchrones	401
8.3.1 Le moteur synchrone triphasé	401
8.3.2 Emploi d'un cycloconvertisseur ou d'un onduleur de tension	405
8.3.3 Moteur synchrone autopiloté	406
Index alphabétique	411