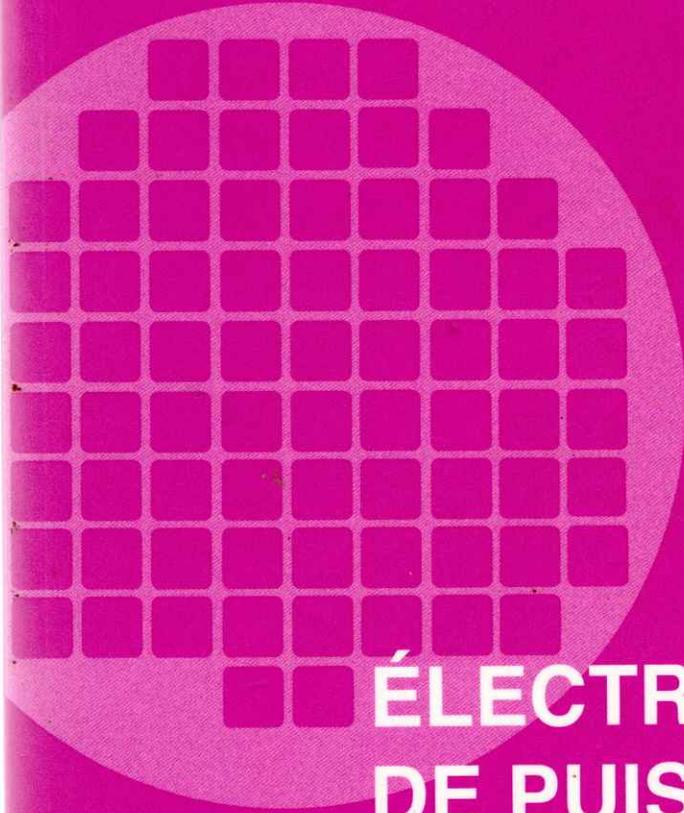


PHILIPPE BARRADE



ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

MÉTHODOLOGIE ET CONVERTISSEURS
ÉLÉMENTAIRES

PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

Table des matières

Préface	v
Avant-propos	vii
CHAPITRE 1 Introduction à la conversion de l'énergie électrique	1
1.1 Introduction à l'électronique de puissance	1
1.2 Convertisseurs statiques	5
1.2.1 Sources	5
1.2.2 Notion de commutation	9
1.2.3 Grandes familles de l'électronique de puissance	15
1.3 Structure d'un convertisseur et interrupteurs	27
1.3.1 Introduction	27
1.3.2 Cellule de commutation	28
1.3.3 Caractéristique statique	31
1.3.4 Commutation	37
1.4 Eléments semi-conducteurs de puissance	48
1.4.1 Introduction	48
1.4.2 Elément non commandable	48
1.4.3 Eléments entièrement commandables	50
1.4.4 Eléments « semi-commandables »	59
CHAPITRE 2 Conversion AC/DC : Convertisseurs de courant	65
2.1 Introduction	65
2.2 Structure des convertisseurs de courant	68
2.2.1 Introduction	68
2.2.2 Détermination des caractéristiques statiques des interrupteurs	68
2.2.3 Cellule de commutation	70
2.2.4 Convertisseur de courant	80
2.2.5 Conclusion	93
2.3 Fonctionnement des convertisseurs de courant	93
2.3.1 Introduction	93
2.3.2 Tension moyenne côté continu	95
2.3.3 Ondulation de tension côté continu	105
2.3.4 Ondulation de courant continu	109
2.3.5 Interaction avec le réseau d'alimentation	120
2.4 Synthèse	152

CHAPITRE 3 Conversion DC/DC :	155
hacheurs et alimentations à découpage	
3.1 Introduction	155
3.2 Généralités	161
3.2.1 Représentation du convertisseur DC/DC	161
3.2.2 Représentation des sources	161
3.2.3 Fluence d'énergie	163
3.3 Convertisseurs « un quadrant »	164
3.3.1 Convertisseur « buck »	164
3.3.2 Convertisseur « boost »	182
3.3.3 Convertisseur « buck-boost »	197
3.3.4 Complément – Les alimentations à découpage	213
3.3.5 Synthèse	224
3.4 Convertisseurs « deux quadrants »	225
3.4.1 Introduction	225
3.4.2 Représentation des sources	226
3.4.3 Structure	227
3.4.4 Relations fondamentales	233
3.4.5 Synthèse	239
3.5 Convertisseurs « quatre quadrants »	240
3.5.1 Introduction	240
3.5.2 Représentation des sources	241
3.5.3 Structure	242
3.5.4 Relations fondamentales	246
3.5.5 Synthèse	257
3.6 Synthèse générale	259
CHAPITRE 4 Convertisseur DC/AC : onduleurs de tension	261
4.1 Introduction	261
4.2 Généralités	265
4.2.1 Représentation du convertisseur DC/AC	265
4.2.2 Nature des sources	266
4.2.3 Fluence d'énergie	269
4.3 Structure des convertisseurs DC/AC	271
4.3.1 Cellule de commutation et interrupteurs	271
4.3.2 Cellule de commutation et mécanismes de commutation	274
4.3.3 Structures complètes	276
4.4 Fonctionnement des convertisseurs DC/AC	282
4.4.1 Commande des onduleurs de tension	282
4.4.2 Onduleur monophasé	290
4.4.3 Onduleur triphasé	334
4.5 Onduleurs de tension multiniveaux	358
4.5.1 Préambule	358
4.5.2 Structures NPC et à cellules imbriquées	361
4.5.3 Convertisseurs multiniveaux cascades	367

	4.5.4	Résolution des grandeurs de sortie.....	374
	4.5.5	Synthèse.....	378
5			
5	ANNEXE A	Commutation naturelle au sein d'un convertisseur	
11		de courant	381
11		A.1 Commande à l'amorçage et au blocage.....	381
11		A.2 Commande au blocage.....	383
33			
34	ANNEXE B	Relations fondamentales pour le convertisseur de courant	387
34		B.1 Convertisseur de courant monophasé.....	387
82		B.1.1 I_s bidirectionnelle en tension :	
97		$\langle U_s \rangle$ fonction de α	387
13		B.1.2 I_s unidirectionnelle en tension :	
24		$\langle U_s \rangle$ fonction de α	387
25		B.2 Convertisseur de courant triphasé.....	388
25		B.2.1 I_s bidirectionnelle en tension :	
26		$\langle U_s \rangle$ fonction de α	388
27		B.2.2 I_s unidirectionnelle en tension :	
33		$\langle U_s \rangle$ fonction de α	388
39		B.3 Ondulation de tension coté continu :	
40		source de courant bidirectionnelle en tension.....	389
40		B.3.1 Convertisseur de courant monophasé.....	389
41		B.3.2 Convertisseur de courant triphasé.....	389
42		B.4 Ondulation de tension.....	390
46		B.4.1 Convertisseur de courant monophasé.....	390
257		B.4.2 Convertisseur de courant triphasé.....	391
259		B.5 Convertisseur de courant monophasé sur charge RL	
261		Expression du courant I_s	392
261	ANNEXE C	Complément sur les phaseurs spatiaux	393
265		C.1 Préambule.....	393
265		C.2 Rappel sur les phaseurs.....	394
266		C.3 Phaseurs spatiaux.....	396
269		C.3.1 Définitions.....	396
271		C.3.2 Coordonnées polaires et cartésiennes.....	398
271		C.3.3 Reconstitution des grandeurs triphasées.....	399
274		C.3.4 Phaseur spatial en	
276		régime permanent sinusoïdal.....	400
282		Bibliographie	403
282		Liste des symboles utilisés	407
290		Index	409
334			
358			
358			
361			
367			

ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

MÉTHODOLOGIE ET CONVERTISSEURS
ÉLÉMENTAIRES

PHILIPPE BARRADE

L'électronique de puissance est aujourd'hui une discipline en plein essor, notamment grâce aux nouveaux champs d'applications liés au développement durable et aux énergies renouvelables. Ses bases reposent sur plusieurs décennies d'activités de recherche et développement, que l'auteur expose dans ces pages. Cet ouvrage offre en effet un large exposé sur les structures élémentaires de la conversion statique. Son objectif consiste à proposer une démarche d'analyse et de conception reposant sur une méthode d'étude systématique, et non pas à présenter une simple liste exhaustive des convertisseurs statiques. Fort de cette méthodologie, les montages de base de l'électronique de puissance sont exposés dans le détail, et complétés d'une introduction à la conversion multiniveau. Accompagné d'un CD-Rom d'exercices animés et résolus, cet ouvrage est en premier lieu destiné aux étudiants électriciens ainsi qu'à leurs professeurs. Il constitue en outre une bonne introduction à l'électronique de puissance pour tout ingénieur souhaitant s'initier à cette matière.



CD-ROM inclus, compatible Windows® 2000/XP | www.ansoft.com

ISBN 2-88074-566-7



9 782880 745660 >

PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES