

Table des matières

AVANT-PROPOS	1
<i>Chapitre 1 : GÉNÉRALITÉS SUR LES CONVERTISSEURS, LES SOURCES ET LES CHARGES</i>	3
1.- Les commutations	4
1.1. Commutation naturelle. Commutation forcée	4
1.2. La nature de la voie à ouvrir	5
2.- Les sources	7
2.1. Générateur ou récepteur, de tension ou de courant	8
2.2. Réversibilité des générateurs et des récepteurs. Sources. Exemples	10
2.3. Amélioration ou changement de nature d'une source	12
3.- Les temps	16
3.1. Exemple	16
3.2. Conséquences de la différence des temps	18
<i>Chapitre 2 : LES SEMI-CONDUCTEURS DE PUISSANCE EN COMMUTATION</i>	19
1.- Les diodes	19
1.1. Rappels sur la jonction semi-conductrice P-N	19
1.2. Caractéristiques statiques de la diode	21
1.3. Les commutations	25
1.4. Notes sur les diodes spéciales	30
2.- Les transistors bipolaires	32
2.1. Principe. Transistor bloqué. Transistor saturé	32
2.2. Caractéristiques statiques	36
2.3. Les aires de sécurité	40
2.4. La commutation à la fermeture	43
2.5. La commutation à l'ouverture	48
2.6. Le montage Darlington	53
3.- Les transistors à effet de champ	60
3.1. Description et fonctionnement	60
3.2. Caractéristiques statiques	62
3.3. Les commutations	65
3.4. Associations transistor MOS-transistor bipolaire	69
3.5. Notes sur le transistor à grille isolée	71

4.- Les thyristors	73
4.1. Description et fonctionnement	73
4.2. Caractéristiques statiques	77
4.3. Caractéristiques dynamiques	80
4.4. Thyristors spéciaux	85
4.5. Les triacs	87
5.- Les thyristors GTO	92
5.1. Description	93
5.2. Fonctionnement. Caractéristiques	93
5.3. Remarques sur la commande de gâchette	100
5.4. Remarques sur les pertes.	102
<i>Chapitre 3 : PRÉSENTATION DES STRUCTURES DES HACHEURS</i>	103
1.- Schématisation des "interrupteurs"	103
1.1. "Interrupteurs" unidirectionnels	103
1.2. "Interrupteurs" bidirectionnels	105
1.3. Remarques	106
2.- Hacheurs à liaison directe à deux "interrupteurs"	107
2.1. Propriétés communes	107
2.2. Hacheurs non réversibles	109
2.3. Hacheurs réversibles	113
3.- Hacheurs en pont	118
3.1. Emploi le plus usuel	119
3.2. Remarques sur les hacheurs à 2 semi-conducteurs commandés montés en série sous la tension continue.	125
3.3. Autres types de hacheurs en pont	127
4.- Hacheurs à liaison indirecte	132
4.1. Hacheur à stockage inductif non réversible	133
4.2. Hacheurs à stockage inductif réversibles	135
4.3. Hacheur à stockage capacitif non réversible	140
4.4. Hacheurs à stockage capacitif réversibles	142
4.5. Remarques sur les hacheurs à liaison indirecte.	143
	143
<i>Chapitre 4 : FONCTIONNEMENT ET CARACTÉRISTIQUES DES HACHEURS DIRECTS</i>	147
1.- Effets de l'imperfection de la source de courant	147
1.1. Conduction continue. Calcul direct	149
1.2. Conduction continue. Méthode du premier harmonique	161
1.3. Conduction discontinue. Calcul direct	162
1.4. Conduction discontinue. Calcul simplifié	168
1.5. Cas des hacheurs en pont	171
2.- Correction de la source de tension	177
2.1. Equations de fonctionnement	179
2.2. Ondulation de la tension u et du courant i	180
2.3. Caractéristiques. Choix de C et de L_S	187
2.4. Cas des hacheurs en pont	187
2.5. Remarques sur la méthode du premier harmonique	189
3.- Hacheurs entrelacés	191
3.1. Fonctionnement des interrupteurs. Régime à la sortie.	192
3.2. Comportement du filtre d'entrée	199

3.3.	Caractéristiques	200
3.4.	Remarque sur le filtre commun à plusieurs hacheurs distincts	204
4.-	Notes sur les hacheurs en traction	205
4.1.	Fonctionnement en traction	206
4.2.	Freinage rhéostatique	209
4.3.	Freinage par récupération	213
Chapitre 5 : L'EXTINCTION FORCÉE DES THYRISTORS		217
1.-	Commutation parallèle par capacité	218
1.1.	Fonctionnement	219
1.2.	Effets du circuit d'extinction	226
1.3.	Caractéristiques	228
2.-	Commutation parallèle par circuit oscillant	229
2.1.	Fonctionnement	229
2.2.	Effets du circuit d'extinction	239
2.3.	Caractéristiques	240
3.-	Principe de la commutation série	241
3.1.	Fonctionnement	242
3.2.	Effets du circuit d'extinction	246
3.3.	Caractéristiques	247
4.-	Comparaison des principaux modes de commutation	249
4.1.	Temps de polarisation inverse	249
4.2.	Effets parasites	250
4.3.	Éléments de conclusion	252
5.-	Modifications des circuits d'extinction dans le cas du hacheur série	252
5.1.	Modification de la nature des semi-conducteurs	253
5.2.	Modifications de la disposition topologique des éléments	256
6.-	Application au hacheur parallèle	261
6.1.	Présentation de la méthode utilisée	261
6.2.	Application aux montages fondamentaux	262
7.-	Notes sur les circuits d'extinction du hacheur réversible en courant et du hacheur en pont	266
7.1.	Emploi d'un circuit d'extinction commun à deux thy- ristors	266
7.2.	Exemple de procédé d'extinction mutuelle des thyristors principaux	270
Chapitre 6 : LES ALIMENTATIONS À DÉCOUPAGE		275
1.-	Introduction	275
1.1.	L'évolution des alimentations continues	275
1.2.	Présentation de l'étude	277
2.-	Montages sans transformateur	278
2.1.	Hacheur série ou abaisseur de tension	278
2.2.	Hacheur parallèle ou élévateur de tension	285
2.3.	Hacheur à stockage inductif	292
2.4.	Hacheur à stockage capacitif	297

3.- Montages asymétriques avec transformateur	305
3.1. Remarques générales	305
3.2. Montage à accumulation inductive isolé (Flyback)	306
3.3. Montage série isolé (Forward)	315
4.- Montages asymétriques entrelacés	324
4.1. Montages Flyback entrelacés	324
4.2. Montages Forward entrelacés	328
5.- Montages asymétriques à sorties multiples	331
5.1. Montage Flyback à sorties multiples	331
5.2. Montage Forward à sorties multiples	335
6.- Notes sur les montages symétriques	336
6.1. Les diverses structures possibles	337
6.2. Etude du montage Push-Pull	338
<i>Appendice</i> : CIRCUITS D'AIDE À LA COMMUTATION	343
1.- Transistors. Pertes de commutation	343
2.- Circuit d'aide à la mise en conduction	345
2.1. Réduction des pertes dans le transistor	346
2.2. Surtension. Pertes totales	346
2.3. Emploi d'une inductance saturable	348
2.4. Récupération de l'énergie de commutation	349
3.- Circuit d'aide à l'extinction	351
3.1. Réduction des pertes dans le transistor	352
3.2. Surintensité. Pertes totales	355
3.3. Récupération de l'énergie de commutation	357
4.- Utilisation des deux circuits, sans récupération	357
4.1. Mise en conduction. Décharge de C	358
4.2. Extinction. Décharge de ℓ	360
4.3. Caractéristique	362
5.- Utilisation des deux circuits, avec récupération	364
5.1. Mise en conduction	365
5.2. Extinction	367
6.- Thyristor GTO. Circuit d'aide à l'extinction	372
6.1. L'extinction	372
6.2. Calcul approché de la surtension	372
6.3. Diminution de la surtension	374
6.4. Récupération de l'énergie	376
SYMBOLES UTILISÉS	377
INDEX ALPHABÉTIQUE	381