SÉRIE | EEA

Pierre Mayé

LES ALIMENTATIONS ÉLECTRONIQUES

2e édition

537-47.1

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1 - PRÉSENTATION 1

1.1 Rôle de l'alimentation 1
1.2 Différents types d'alimentations 2
1.2.1 Alimentation non stabilisée 2
1.2.2 Alimentation stabilisée ou régulée 3
1.2.3 Convertisseur de tension 4

CHAPITRE 2 - TRANSFORMATEUR 5

2.1 Principe 5
2.2 Transformateur idéal 8
2.3 Transformateur réel 12
2.4 Transformateur en charge sur redresseur 16
2.5 Mise sous tension d'un transformateur 21
2.6 Configuration des enroulements 24
2.6.1 Transformateur à plusieurs secondaires 24
2.6.2 Transformateur à secondaires à prises intermédiaires 25

CHAPITRE 3 - REDRESSEURS ET FILTRES CAPACITIFS 26

3.1 Diode 26
3.1.1 Diode idéale 26
3.1.2 Diode à jonction 27
3.1.3 Modélisation 28
3.1.4 Limites d'utilisation 30
3.1.5 Caractéristiques électriques 30
3.2 Types de redresseurs 31
3.2.1 Redresseur monophasé 31
3.2.2 Redresseur biphasé à simple voie 32
3.2.3 Redresseur biphasé à double voie 34
3.3 Caractéristiques d'un redresseur monophasé 35
3.3.1 Principe 35
3.3.2 Influence des imperfections de la diode et du transformateur 44
3.3.3 Cas particulier d'une faible ondulation 48
3.3.4 Calculs approchés 51
3.3.5 Choix des composants 55
3.3.6 Courbes de Schade 58

3.4 Caractéristiques d'un redresseur biphasé 61
3.4.1 Principe 61
3.4.2 Influence des imperfections des diodes et du transformateur . . 65
3.4.3 Cas particulier d'une faible ondulation 66
3.4.4 Calculs approchés 68
3.4.5 Choix des composants 69
3.4.6 Courbes de Schade 73
3.4.7 Simulation numérique 77
3.5 Comparaison des trois montages 79

CHAPITRE 4 - STABILISATEURS ET RÉGULATEURS – GÉNÉRALITÉS 81

4.1 Classification 81
4.1.1 Stabilisateur et régulateur 81
4.1.2 Régulateur de tension et régulateur de courant 81
4.1.3 Régulateur linéaire et régulateur à découpage 82
4.1.4 Régulateur de tension positive ou négative 84
4.1.5 Régulateur abaisseur, élévateur ou inverseur 85
4.2 Grandeurs caractéristiques 85

CHAPITRE 5 - STABILISATEURS DE TENSION 88

5.1 Propriétés de la diode Zener 88
5.1.1 Caractéristique 88
5.1.2 Modélisation 91
5.1.3 Influence de la température 93
5.1.4 Association de diodes Zener 95
5.1.5 Bruit 96
5.2 Stabilisateur parallèle à diode Zener 96
5.2.1 Principe 96
5.2.2 Choix des composants 97
5.2.3 Coefficients de stabilisation 99
5.3 Stabilisateur parallèle à diode Zener et transistor 102
5.3.1 Principe 102
5.3.2 Choix des composants 103
5.3.3 Coefficients de stabilisation 104
5.3.4 Avantages et inconvénients 107
5.4 Stabilisateur série à diode et transistor 107
5.4.1 Principe 107
5.4.2 Choix des composants 108
5.4.3 Coefficients de stabilisation 110
5.4.4 Augmentation de la puissance 113
5.4.5 Avantages et inconvénients 115

CHAPITRE 6 - RÉGULATEURS DE TENSION LINÉAIRES 116

6.1 Régulateur à amplificateur opérationnel 116
6.1.1 Principe 116
6.1.2 Coefficients de régulation 117
6.1.3 Réglage de la tension 121

6.1.4 Augmentation du courant de sortie 123
6.1.5 Régulateur double 124
6.1.6 Influence des imperfections de l'amplificateur opérationnel 125
6.1.7 Choix des composants 126

6.2 Régulateur intégré à usage multiple 129
6.2.1 Caractéristiques 129
6.2.2 Régulateur série 132
6.2.3 Augmentation du courant de sortie 135
6.2.4 Régulateur parallèle 138

6.3 Régulateur de tension fixe à trois bornes 140
6.3.1 Caractéristiques 141
6.3.2 Montage de base (régulateur de tension positive) 144
6.3.3 Montage de base (régulateur de tension négative) 145
6.3.4 Augmentation du courant de sortie 147
6.3.5 Modification de la tension de sortie 152
6.3.6 Régulateur pour tension d'entrée élevée 158
6.3.7 Inhibition d'un régulateur 160
6.3.8 Obtention de deux tensions différentes 160
6.3.9 Régulateur double 162
6.3.10 Régulateur double à tension réglable 163

6.4 Régulateur de tension réglable à trois bornes 165
6.4.1 Caractéristiques 165
6.4.2 Montage de base (régulateur de tension positive) 168
6.4.3 Montage de base (régulateur de tension négative) 173
6.4.4 Réglage de la tension 174
6.4.5 Commutation de la tension de sortie 176
6.4.6 Amélioration de la stabilité 177
6.4.7 Augmentation du courant de sortie 179
6.4.8 Inhibition 182
6.4.9 Mise sous tension progressive 183
6.4.10 Régulateur double 184

6.5 Autres régulateurs intégrés 185
6.5.1 Régulateur de tension et de courant réglable 185
6.5.2 Régulateur haute tension 192
6.5.3 Régulateur à faible chute de tension 193
6.5.4 Régulateur à faible consommation 197
6.5.5 Régulateur parallèle 199

CHAPITRE 7 - STRUCTURES DES CONVERTISSEURS À DÉCOUPAGE 204

7.1 Convertisseurs à bobines 204
7.1.1 Convertisseur abaisseur 204
7.1.2 Convertisseur élévateur 220
7.1.3 Convertisseur inverseur 231

7.2 Convertisseurs à transformateur 239
7.2.1 Convertisseur à récupération d'énergie 239
7.2.2 Convertisseur à transfert direct 245
7.2.3 Convertisseur en demi-pont 248
7.2.4 Convertisseur en pont 250
7.2.5 Convertisseur symétrique 251

7.3 Modélisation du comportement dynamique 251
7.3.1 Schéma équivalent moyen 252
7.3.2 Fonctions de transfert 252
7.3.3 Généralisation 254
7.4 Choix des composants 255
7.4.1 Interrupteurs 255
7.4.2 Diodes de roue libre 256
7.4.3 Bobines et transformateurs 256
7.4.4 Condensateurs de filtrage 259
7.5 Redresseur synchrone 259

CHAPITRE 8 - RÉGULATEURS DE TENSION À DÉCOUPAGE 262

8.1 Principes 262
8.1.1 Circuits en mode tension 262
8.1.2 Circuits en mode courant 267
8.2 Circuits intégrés spécialisés 268
8.3 Exemples de régulateurs abaisseurs 276
8.3.1 Montage utilisant un circuit intégré SG3524 276
8.3.2 Montage utilisant un circuit intégré LM3578 281
8.3.3 Montage utilisant un circuit intégré TL497 285
8.3.4 Montage utilisant un circuit intégré µA78S40 289
8.4 Exemples de régulateurs élévateurs 293
8.4.1 Montage utilisant un circuit intégré LM3578 293
8.4.2 Montage utilisant un circuit intégré TL497 296
8.4.3 Montage utilisant un circuit intégré µA78S40 300
8.5 Exemples de régulateurs inverseurs 304
8.5.1 Montage utilisant un circuit intégré LM3578 304
8.5.2 Montage utilisant un circuit intégré TL497 309
8.5.3 Montage utilisant un circuit intégré µA78S40 311
8.6 Exemples de régulateurs à transformateur 316
8.6.1 Régulateur à récupération d'énergie sans isolement de la commande 316
8.6.2 Procédés d'isolement de la commande 317
8.6.3 Alimentation à découpage branchée sur le secteur 320
8.7 Modélisation des régulateurs à découpage 324
8.7.1 Schéma-bloc 324
8.7.2 Stabilité 325
8.8 Logiciel spécialisé 326
8.8.1 Présentation 327
8.8.2 Exemple d'utilisation 327

CHAPITRE 9 - STABILISATEURS ET RÉGULATEURS DE COURANT 329

9.1 Stabilisateur de courant à transistor et diode Zener 329
9.1.1 Principe 329
9.1.2 Choix des composants 330
9.1.3 Coefficients de stabilisation 332

9.2 Régulateur de courant à amplificateur opérationnel 334
9.2.1 Principe 334
9.2.2 Coefficients de régulation 335
9.3 Régulateur de courant utilisant un régulateur de tension à trois bornes 337
9.3.1 Montage avec un régulateur de tension fixe 337
9.3.2 Montage avec un régulateur de tension réglable 338
9.3.3 Réglage du courant de sortie 340
9.3.4 Montage avec un régulateur de tension et de courant réglable 342
9.4 Régulateur de tension et de courant 343
9.4.1 Principe 343
9.4.2 Montage utilisant deux régulateurs intégrés 344
9.4.3 Montage avec un régulateur de tension et de courant réglable 345

CHAPITRE 10 - PROTECTION ET SURVEILLANCE DES ALIMENTATIONS 346

10.1 Protections contre les surintensités 346
10.1.1 Fusible 346
10.1.2 Protection par limitation de courant 347
10.1.3 Limiteur à courant constant 347
10.1.4 Limiteur par délestage 349
10.2 Protections contre les surtensions 353
10.2.1 Principe 353
10.2.2 Détecteur à diode Zener 354
10.2.3 Détecteur à diode Zener et amplificateur opérationnel 354
10.2.4 Circuit intégré spécialisé 355
10.3 Surveillance 360

CHAPITRE 11 - CONVERTISSEURS CONTINU- CONTINU SANS BOBINAGE 362

11.1 Principe 362
11.2 Convertisseurs à diodes 366
11.2.1 Obtention du signal carré 366
11.2.2 Convertisseur inverseur 371
11.2.3 Convertisseur élévateur 374
11.2.4 Convertisseur inverseur élévateur 376
11.3 Circuits intégrés spécialisés 377
11.3.1 Description 377
11.3.2 Convertisseur inverseur 380
11.3.3 Convertisseur élévateur 387
11.3.4 Choix des condensateurs 389

CHAPITRE 12 - REDRESSEURS ÉLÉVATEURS DE TENSION 390

12.1 Généralités 390
12.1.1 Définition 390
12.1.2 Grandeurs caractéristiques 390
12.1.3 Terminologie 390

12.1.4 Ordres de grandeur 390
12.1.5 Applications 391
12.2 Redresseurs doubleurs de tension 392
12.2.1 Doubleur de Schenkel 392
12.2.2 Doubleur de Latour 402
12.2.3 Doubleur en pont 410
12.3 Redresseurs multiplicateurs 415
12.3.1 Tripleur 415
12.3.2 Quadrupleur 416
12.3.3 Multiplicateur de Greinacher 417
12.3.4 Multiplicateur symétrique 421
12.3.5 Multiplicateur hybride 422

CHAPITRE 13 - ALIMENTATIONS SANS ISOLEMENT 424

13.1 Alimentation d'une diode électroluminescente à partir du secteur 424
13.2 Alimentation d'une charge quelconque 428
13.3 Quelques variantes 432

CHAPITRE 14 - ÉCHAUFFEMENT DES COMPOSANTS 436

14.1 Étude générale des échanges thermiques 436
14.1.1 Lois de base 436
14.1.2 Analogie électrique 437
14.1.3 Échauffement en régime continu 439
14.1.4 Échauffement en régime variable 440
14.2 Application aux composants électroniques 442
14.2.1 Puissance dissipée 442
14.2.2 Échauffement d'un composant seul 443
14.2.3 Échauffement d'un composant muni d'un dissipateur thermique 445

CHAPITRE 15 - ALIMENTATIONS COMPLÈTES 448

15.1 Alimentations d'équipements 448
15.1.1 Différents types 448
15.1.2 Critères de choix 449
15.2 Alimentations de laboratoire 452
15.3 Mesures et tests 453
15.3.1 Caractéristique statique 453
15.3.2 Ondulation 454
15.3.3 Qualité de la régulation 455

RÉFÉRENCES 457

BIOGRAPHIES 459

INDEX 462